

Klima und Haptik bei handgeführten Stellteilen – Auswirkung von Perforationen auf das Mikroklima

Benjamin NIETZKE, Bernhard KURZ

*Labor für Angewandte Ergonomie, Hochschule München
Lothstraße 64, D-80335 München*

Kurzfassung: Zur Beurteilung und Gestaltungsempfehlung von Handkontaktflächen mit optimiertem, taktilen und klimatischen Komfort werden perforierten Kunststoffplatten (Polyoxymethylen) hinsichtlich der Diffusion von Wasserdampf mit Hilfe der SWEATOR SKIN Technologie getestet und der Einfluss auf das auftretende Mikroklima untersucht. Materialdicke, Bohrungsdurchmesser und Bohrungsdichte werden dabei variiert, um die Auswirkungen auf den Transport von Wärme und Wasserdampf zu quantifizieren.

Schlüsselwörter: Klimakomfort, Flächenkontur, Perforation

1. Einleitung

Bei der Bedienung von Erdbau- oder Erntemaschinen sind heutzutage vielfältige Funktionen zu steuern, die neben umfangreichen Fingerbetätigungen auch Handgrundgelenks- mit zum Teil Ober-/Unterarmbewegungen erfordern. Hierbei ist folglich eine längerfristige, unterbrechungsfreie Handauflage auf dem Stellteil erforderlich. Wie Analysen zeigen, treten dabei nicht nur kritische Druckbelastungen im Handflächenbereich sondern auch klimatische Bedingungen auf, die die Handhabung des Stellteils (Handle) erschweren und bspw. ein Abrutschen begünstigen. Bei der Suche nach einer haptisch und klimatisch angepassten Oberflächengestaltung (Konturierung) vermisst man methodische Ansätze ebenso wie zugehörige wissenschaftliche Grundlagen. Im Regelfall entsteht aktuell die konkrete Ausführung der Kontaktfläche zwischen Stellteil und Handfläche aus Erfahrungswerten oder durch schrittweise Optimierungsentwürfe von Noppenstrukturen, Klimakanälen und Perforationen, die mal in Richtung Mikroklima, mal in Richtung Haptik Verbesserungen bringen.

2. Problemstellung

Haptischer und klimatischer Komfort

Die Mechanorezeption – auch Taktilität, Tastsinn genannt – ist vor allem für die Oberflächensensibilität von Bedeutung [Grunewald u. Beyer]. Dabei vermitteln nach Handwerker und Zimmermann die SA-I Sensoren den Drucksinn und die SA-II Sensoren Dehnungen der Haut (slowly adapting: Merkel- und Ruffiniszellen), während RA Sensoren für Berührungsempfindungen (rapidly adapting: Meisnerzellen) und Vater-Pacini-Körperchen für Vibrationsreize (PC) zuständig sind. Die Reizauslenkungen liegen im Bereich weniger bis einiger Mikrometer Eindringtiefe [Klinke et al.]. Weiterhin ist zu beobachten, dass die Ortsauflösung der Haut für gleichzeitig (simultan) und hintereinander (sukzessiv) applizierte Reize unterschiedlich ist. Oft betragen die

sukzessiven Reizschwellen gerade mal ein Viertel der simultanen Reizschwellen. Dies spiegelt sich dadurch wieder, dass zur Erfassung einer Oberflächentextur der Gegenstand durch Bestreichen und nicht nur durch statisches Auflegen ertastet wird. Bedeutsam zur Beurteilung der haptischen Qualität sind also

- die Texturtiefe bzw. –höhe,
- der Abstand der einzelnen Texturelemente (Kanäle),
- eine überwiegend statische oder dynamische Benutzung,
- sowie die Berücksichtigung des mittleren Kontaktdrucks.

Konkrete Gestaltungshinweise findet man lediglich bzgl. Form- und Reibschluss, insbesondere also Kontur-/Materialempfehlungen zur Erhöhung der Grippe. Darüber hinausgehende Empfehlungen zur optimierten Ausführung von Konturelementen mit Einfluss auf das Mikroklima im Kontaktbereich konnten dagegen nicht recherchiert werden.

Forschungsansatz

Ausgehend von den aus der Physiologie bekannten Fakten zur taktilen Wahrnehmung hinsichtlich Auslösegrößen und Geometrien sollen Oberflächenvarianten mit Klimakanälen hinsichtlich deren Dimensionierung und Auswirkung auf das Kontakt-klima (Mikroklima) untersucht werden. Hierzu werden die Wärme und Feuchtetransport-eigenschaften von gezielt gestalteten Grenzschichten mit transversaler Perforation bzw. mit tangentialen Klimakanälen analysiert.

3. Methodik

Bei den Untersuchungen kommt das hautähnliche Modell SWEATOR SKIN zum Einsatz, das unter kontrollierten Bedingungen die Simulation klimatischer Transportprozesse zwischen Mensch, Grenzschicht und Umgebung ermöglicht [Kurz et al.].

Der SWEATOR SKIN ist ein mit Wasser gefüllter, temperierter Prüfkörper mit einer semipermeablen Membranfläche, über die Wasserdampf austreten kann (vgl. Abb. 1). Als Analysegrößen dienen Mikroklimamesswerte sowie Heizleistungen und Gewichtsänderungen, aus denen die Wärme und Feuchtetransportmengen bestimmt werden. Für hohe Reproduzierbarkeit und Ergebnisvalidität sind die Umgebungsbedingungen konstant zu halten und somit alle Versuche mit der SWEATOR Technologie in einem Klimaschrank unter kontrollierten Wärme- und Feuchtebedingungen durchzuführen.

Die jeweiligen Testmaterialien werden auf die „schwitzende“ Prüffläche aufgelegt und unter Konstanttemperierung für zwei Stunden gemessen. Als primäre Auswertgrößen werden Heizenergie und Gewichtsverlust zur Bestimmung des Wärme- und Feuchtedurchtritts zugrunde gelegt.

Als Versuchsmuster dienen zunächst Kunststoffplatten aus Polyoxymethylen, die mit unterschiedlichen Perforationen und Dicken gefertigt sind und keine Feuchtepermeation aufweisen. Somit kann von einem isolierten Einfluss der Geometrien, d.h. Materialdicke (= Diffusionsstrecke), Lochdurchmesser und Lochabstand ausgegangen werden.

In weiterführenden Versuchen werden Versuchsmuster mit unterschiedlichen Tangentialkanälen bzw. Oberflächenkonturen erstellt und entsprechend untersucht.

Zur abschließenden Validierung werden geeignete Kanal- bzw. Konturkombinationen mit Testpersonen haptisch und klimatisch bewertet.

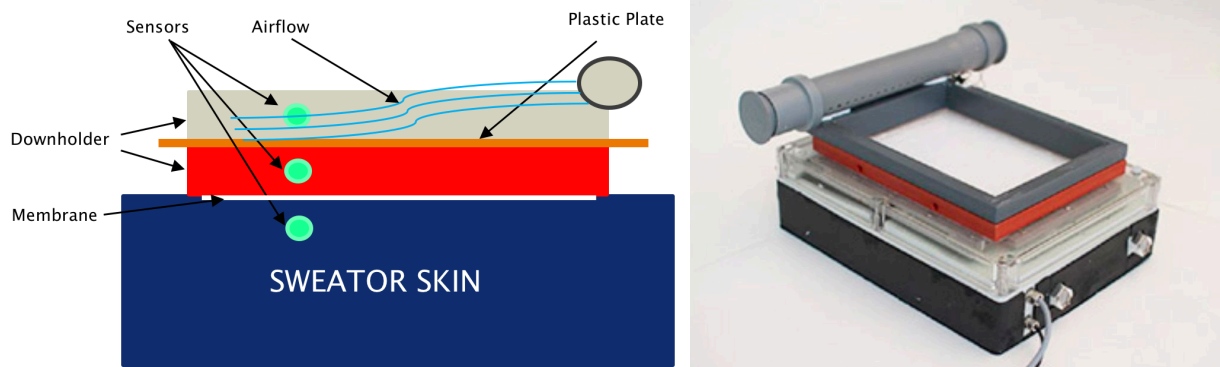


Abbildung 1: Versuchsaufbau SWEATOR SKIN mit Anordnung der Sensorik und Niederhalter zum Einspannen der Testmaterialien (perforierte Plastikplatten).

4. Ergebnisse

In Abbildung 2 sind erste Messergebnisse für eine Plattenstärke von 3 mm mit unterschiedlichen Perforationsgraden und Perforationsarten dargestellt. Dabei bestimmt sich der Perforationsgrad aus dem jeweiligen Lochdurchmesser und dem Lochmittenabstand LMA). Wie erwartet, nimmt die Wasserdampfdurchlässigkeit mit zunehmendem Perforationsgrad zu und zeigt eine deutliche Abhängigkeit von der Perforationsart. Das heißt, kleine Löcher mit folglich geringem LMA wirken bei gleichem Perforationsgrad günstiger auf den Feuchtedurchgang als größere Löcher bei entsprechend höherem LMA.

Weitere Messungen mit Variation von Bohrungsdurchmesser, Lochmittenabstand, Kanalgeometrien und Diffusionslängen (Materialdicken) sind derzeit in Bearbeitung und werden zeitnah präsentiert ebenso wie daraus abgeleitete Empfehlungen zur komfortoptimierten Gestaltung von Kontaktflächen handgeführter Stellteile.

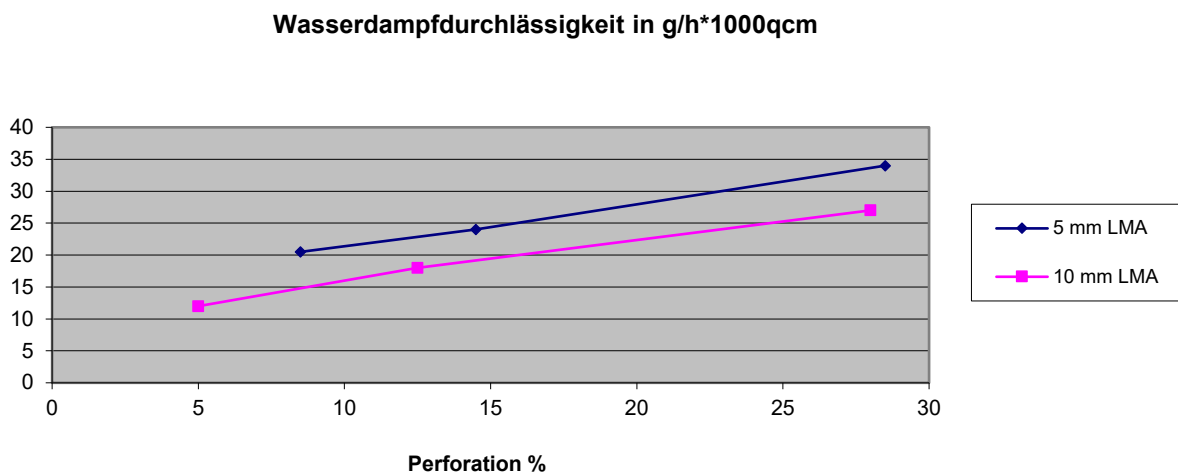


Abbildung 2: Wasserdampfdurchlässigkeit in Abhängigkeit von Perforationsgrad bei zwei definierten Lochmittenabständen (LMA) und entsprechenden Bohrungsdurchmessern (perforierte Kunststoffplatte 3 mm dick).

5. Literatur

- DJONGYNAG, N.; TCHINDA, R.; NJOMO, D.: Thermal Comfort – A Review Paper. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14/2010.
- KURZ,B.; LANGENMEIR,S.; ZIMMERMANN,C.;UEDELHOVEN,W.; ROTTENFUSSER,M.: Klimamanagement im Schuh. Orthopädieschuhtechnik 11/2012.
- HANDWERKER, H. O.: Allgemeine Sinnesphysiologie. In: Schmidt R.F., Lang, F. und Thews, G. (Hrsg.): Physiologie des Menschen, 29. Auflage. Springer Medizin Verlag ,Berlin Heidelberg 2005.
- ZIMMERMANN, M.: Das somatoviszzerale sensorische System. In: Schmidt R.F., Lang, F. und Thews, G. (Hrsg.): Physiologie des Menschen, 29. Auflage. Springer Medizin Verlag ,Berlin Heidelberg 2005.
- KLINKE, R.; BAUER, Ch.; SILBERNAGL, S.: Lehrbuch der Physiologie. Thieme, Stuttgart 1994.
- GRUNWALD, M.; BEYER, L.: Der bewegte Sinn. Grundlagen und Anwendungen zur haptischen Wahrnehmung. Birkhäuser, Basel 2001.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten

65. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

GfA-Press

Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,
Technische Universität Dresden;
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2019
ISBN 978-3-936804-25-6

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Screen design und Umsetzung

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de