

Simulation textilbasierter 3D-Lichteffekte durch Zusammenführung von FE- und Visualisierungssoftware (AiF 17169 N/1)

Autoren: Dipl.-Ing. Hermann Finckh
Dipl.-Ing. (FH) Viola Finckh
Dipl.-Ing. Hansjürgen Horter
Dipl.-Ing. Christoph Riethmüller
Prof. Dr.-Ing. Götz T. Gresser

Erschienen: Juni 2015

Bearbeitungszeitraum: 01.09.2012 – 31.03.2015

Zusammenfassung

Licht und Farben sind schon immer ein wichtiges Stilmittel der Architektur und bieten insbesondere in der Innenraumgestaltung im Zusammenspiel von akzentuiertem Licht, Form und Farbe weite Chancen. Über die farbliche Gestaltung lässt sich ein direkter Einfluss auf die menschliche Wahrnehmung und das Empfinden nehmen. Konventionelle Raumbeleuchtungen stoßen immer häufiger an ihre Grenzen und können die durch ein intelligentes Lichtmanagement entstehenden Anforderungen an bedarfsgerechtes Licht, visuelle Ergonomie, Nutzerorientierung, Sicherheit, Wohlbefinden und möglichst energiesparende Beleuchtung nicht mehr erfüllen. Die mehrfarbige und modische Gestaltung, verbunden mit Leuchteffekten, eröffnet ein weites Feld der Mehrwertintegration für Heimtextilien. Die ausgeprägte Drapierfähigkeit von Textilien führt zu nahezu grenzenlosen Gestaltungsmöglichkeiten. Dabei bietet der übliche, ortsgebundene Einsatz ideale Voraussetzungen für textilbasierte 3D-Lichteffekte. Zwei Anwendungsbeispiele werden in Abbildung 1 gezeigt.

Seite 1 von 10

Institut für Textil- und Verfahrenstechnik der
Deutschen Institute für Textil- und Faserforschung

Textile Forschung vom Rohstoff bis zum Produkt

Geschäftsfelder: Faser- und Garntechnologien, Flächen-
und Strukturtechnologien, Funktionalisierung, Innovative und
intelligente Produkte, Moderner Fabrikbetrieb, Prüflaboratorien

Institutsleitung:
Prof. Dr.-Ing. Götz Gresser

Bibliothek
Dipl.-Biol. Susanne Konle
Dipl.-Ing. Kathrin Thumm

Körschtalstraße 26
D-73770 Denkendorf

Telefon: +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 94
Fax : +49 (0) 7 11 / 93 40 - 2 97

bibliothek@itv-denkendorf.de
www.itv-denkendorf.de



Abbildung 1: Anwendungsbeispiele für textilbasierte 3D-Lichteffekte: großflächiges hinterleuchtetes Textil (linkes Bild) und Raumteiler (rechtes Bild)

Diese dreidimensionalen Lichteffekte entstehen durch Lichtbrechungs- und Reflexionseffekte an der textilen Struktur und können als kreis-, linien-, stern- oder auch andersförmige Muster durch unterschiedliche Lichtquellen (vorzugsweise LEDs) auf textilen Flächen erzeugt werden. Die Lichteffekte erzeugen beim Betrachter durch ihre Form den Eindruck einer virtuellen Tiefe und optischen Lebendigkeit. Ein weiterer Vorteil solcher lichttechnischen Textilstrukturen ist die Möglichkeit der Entblendung von hellen punktförmigen Lichtquellen. Aufgrund des Neuheitsgrades sind die verschiedenen lichttechnischen Effekte und Erscheinungsbilder, die durch Gewebestrukturen erzeugt werden, den Zielgruppen im Markt noch nicht ausreichend bekannt. Die visuelle Tiefenwirkung und die optische Lebendigkeit der verschiedenen lichttechnischen Effekte konnten bisher anhand von Abbildungen oder Videos nicht hinreichend erfasst und dargestellt werden. Deswegen sind bisher Präsentationssysteme notwendig, um Kunden die 3D-Lichteffekte näher zu bringen. Diese sind nur bedingt mobil und können den Eindruck der 3D-Lichteffekte im großflächigen Einsatz nicht darstellen.

Ziel des Projektes war es, die optischen Effekte zu quantifizieren und mit virtuellen Techniken möglichst nah an das menschliche Empfinden heran zu kommen. Hierfür wurde verschiedene professionelle Visualisierungs- und Rendersoftware eingesetzt, Modelle entwickelt und die Finite-Elemente-Methode (FEM) für Verformungsberechnungen verwendet. Um die Simulationsergebnisse mit der Realität vergleichen zu können und textilbasierter 3D-Lichteffekte unter unterschiedlichsten Bedingungen untersuchen zu können, wurden verschiedene Lichteffekt-Demonstratoren entwickelt. Als wichtiges Projektergebnis steht nun ein „Mobiler Multifunktionaler Lichteffekt-Demonstrator“ (ITV-MMLD) zur Verfügung, der eine hohe Mobilität, Netzunabhängigkeit (Akkus) und insbesondere eine erweiterte Funktionalität wie Abständeinstellung LED-Textil, Scherung und Drehung des Textils, Dimmung der LEDs und die Wahl verschiedener LED-Programme besitzt und unter jedem beliebigen Umgebung- und Beleuchtungsverhältnissen eingesetzt werden kann.

**Leichtbau-Demonstrator zur
Vorführung von 3D-Lichteffekten
unter unterschiedlichsten
Bedingungen:**

Motorbetrieben:

- Abstandeinstellung LED-Textil
- Scherung des Textils
- Drehung des Textils
- Austauschbare LED-Einschubplatten
- LED-dimmbar
- LED-Programm wählbar
- 4 Drapier Vorrichtungen

Autark:

- Stromversorgung über Akku
- **Alle Funktionen sind über eine Fernsteuerung einstell- und vorführbar**

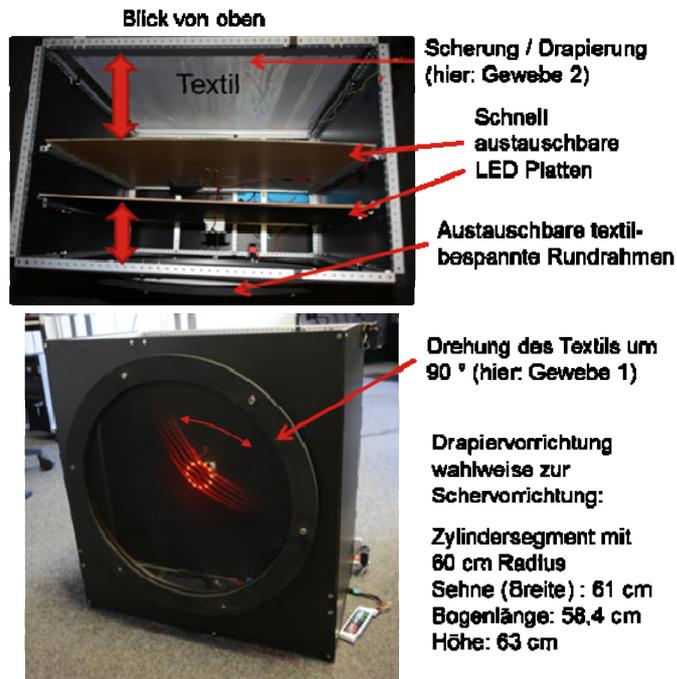


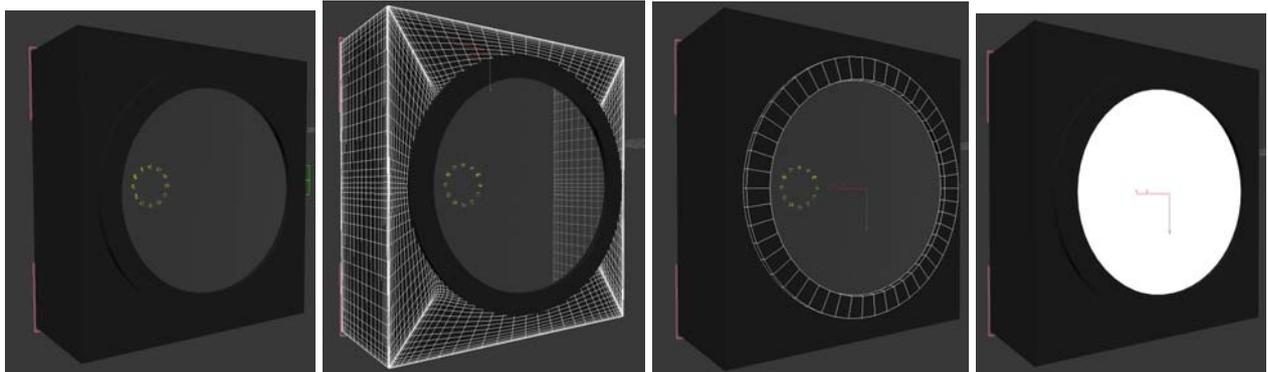
Abbildung 2: Mobiler multifunktionale Lichteffekt-Demonstrator (ITV-MMLD)



Abbildung 3: verschiedene Drapierrahmen zum Vorsatz für das MMLD

Der MMLD ist so konzipiert, dass zwei Seiten für unterschiedliche Belastungsarten, LEDs oder Textil, genutzt werden können. So kann mit der einen Seite des Demonstrators das Gewebe, das auf einen runden Rahmen gespannt ist, motorgesteuert gedreht werden. Auf der anderen Seite des MMLD kann ein definiert eingespanntes Textil definiert geschert oder unterschiedlichste Drapierrahmen angebracht werden. Über einen programmierbaren 2,4 GHz Sender können die Funktionen sowie Ablaufsequenzen ausgewählt und die Lichteffekte demonstriert werden.

Mit dem Demonstrator können zahlreiche Musteraufbauten eingespart und lichttechnisch wirksame Textilien systematisch untersucht und bewertet werden. Mittels Monitor oder Beamer/Leinwand kann mit diesem Prüfstand auch ein direkter Vergleich von Simulationsergebnissen mit der Realität für unterschiedlichste Zustände des lichttechnisch wirksamen Textils bzw. der LED-Position (Einstellungen/Randbedingungen/Parameter) auch für einen größeren Personenkreis erfolgen.

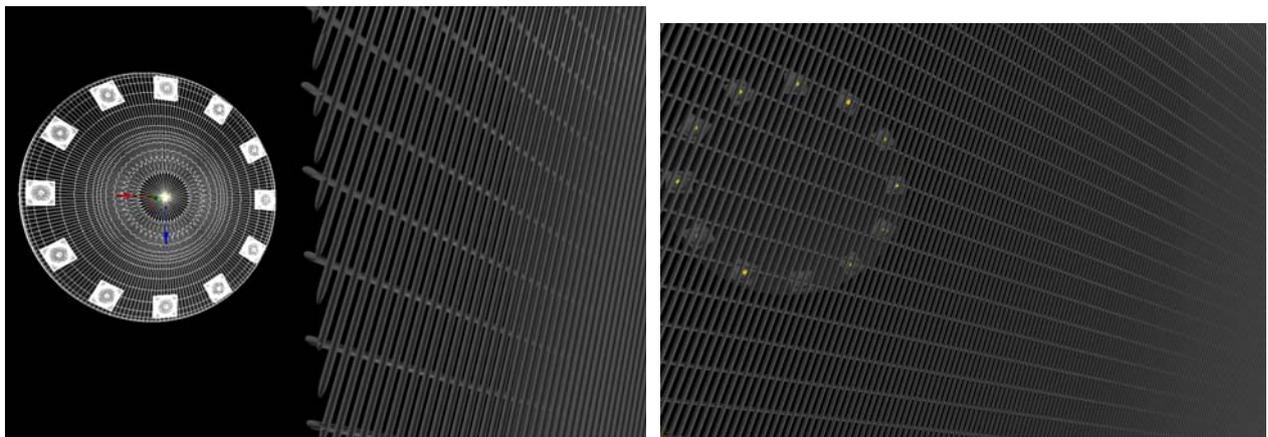


a) Gesamtmodell

b) Box

c) Drehkranz

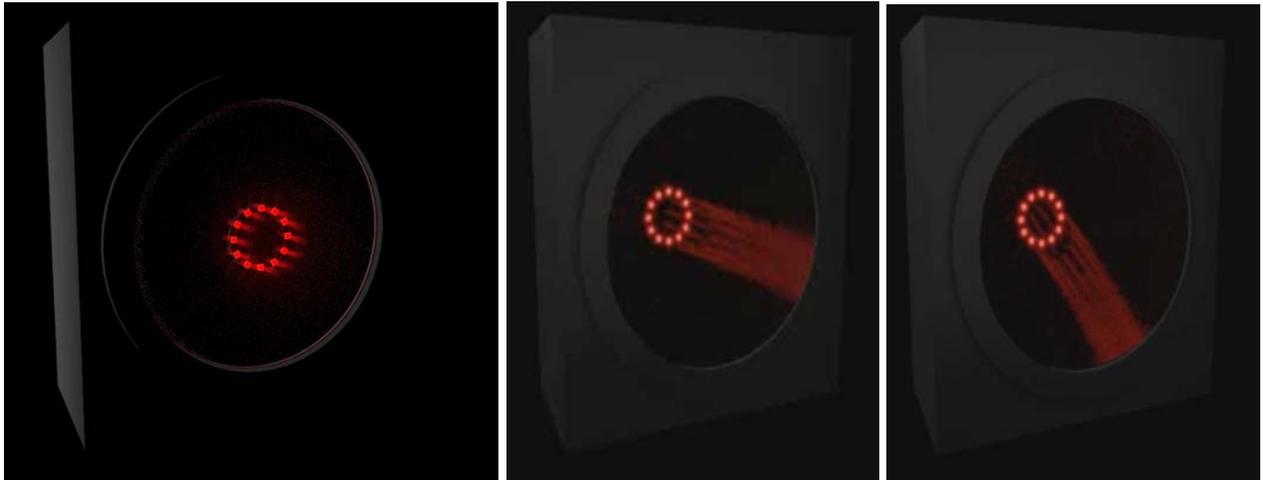
d) Gewebe 1



e) LED-Ring

f) LED-Ring hinter dem Gewebe 1

Abbildung 4: Simulationsmodell des Lichteffect Demonstrators MMDL



a) virtueller Lichteffect Demonstrator b) Auswirkung virtueller Drehung des Textils

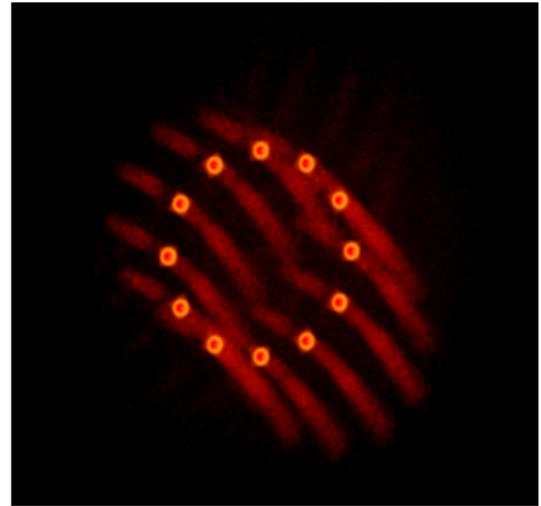
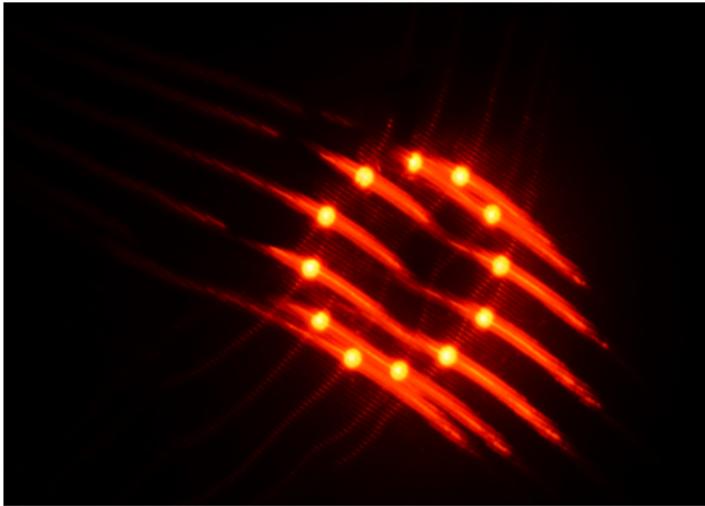
Abbildung 5: 3D-Modell des mobilen multifunktionalen 3D-Lichteffect Demonstrators (MMLD), LED-Ring mit schwarzem Gewebe 2 auf Rundrahmen, gerendert mit 3D-Studio max/V-Ray



a) großer Abstand LED/Textil

b) kleiner Abstand LED/Textil

Abbildung 6: Mobiler multifunktionaler Lichteffect-Demonstrator (ITV-MMLD)



a) Aufnahme mit Nikon D800

b) Simulationsergebnis

Abbildung 7a, b: Vergleich der Lichteffekte zwischen realem und virtuellem Demonstrator (MMLD), roter LED-Ring, Blickwinkel 70°, Abstand LED/Textil: 20 mm

Die folgende Übersicht zeigen die Übereinstimmungen und die Abweichungen zwischen Simulation und der aufgenommenen Bilder:

Übereinstimmungen zwischen Simulation und Fotografie:

- Es sind vergleichbare gebogene Lichtstrahlen sichtbar.
- Die Lichtstrahlen gehen scheinbar in die Tiefe.
- Die Haupteffekte sind in Kettrichtung stark ausgeprägt.
- Die Nebeneffekte in Schussrichtung sind ebenfalls sichtbar.
- Die Effekte sind bei vertikal ausgerichteten Kettfäden symmetrisch.
- Die Effekte sind bei horizontal ausgerichteten Kettfäden unsymmetrisch.
- Bei der Simulation der Ausrichtung Kamera/Textil und die LED-Bewegung werden 3D-Effekte „sichtbar“, da die kreuzenden Lichtlinien als Hinterschneidungen wahrgenommen werden.
- Insbesondere ist eine sehr hohe Übereinstimmung bei kleinem Abstand zwischen Textil und LED erkennbar
- Die Änderung des Betrachtungswinkels führt zu vergleichbaren Änderungen der Lichteffekte wie in Realität.



Realistische Darstellung der Lichteffekte mittels Simulation möglich

Empfehlungen zur Simulation:

- Simulationsmodelle, die aus „Splines“ aufgebaut sind, können sehr gut für die Lichteffektsimulation verwendet werden. Die Vorteile sind: wesentlich geringere Modellgröße, viel bessere Händelbarkeit, große Modelldimensionen sind möglich bei wesentlich geringeren Rechenzeiten und diese Modelle können für FE-Simulationen verwendet werden.
- Die IES-Datei der LED führt zu einem deutlich besseren Renderergebnis
- Höhere Auflösungen (4K) führen zu deutlich rauschärmeren Ergebnissen (auch wenn die Darstellung später „nur“ mit FullHD erfolgt).
- Die Optimierung der Materialeinstellung (z.B. Reflektionsgrad/Glossiness) ist ein wichtiger Vorgang, die sehr stark das Ergebnis beeinflusst. Eine noch bessere Materialcharakterisierung des Textils kann noch zu Verbesserung führen.
- Falls genügend Rechenkapazität und 3D-Darstellungsmöglichkeit vorhanden, ist die Berechnung eines stereoskopischen Bildes empfehlenswert

Mit den erarbeiteten Simulationsmodellen konnten zahlreiche Einflüsse auf das Renderergebnis untersucht und die optischen Effekte für unterschiedliche Szenarien (Betrachtungswinkel, Textil-LED-Abstand, Drehwinkel, etc.) auf Monitor und 3D-Beamer visualisiert und zugleich mit dem Lichteffekt-Demonstrator verglichen werden. Die Simulationen bilden die Lichteffekte in Krümmung und Ausbreitungsrichtung gut nach, die emotionale Wirkung und Qualität der Realität kann jedoch noch nicht erreicht werden. Dies hängt auch stark mit dem erforderlichen Rechenaufwand zusammen. Mit weiteren Entwicklungen bzgl. der Shader- und Rendertechnologie und Optimierung der Render- und Materialparameter könnten noch qualitative Fortschritte erzielt werden. Es sind daher weitergehende Arbeiten geplant. Durch die Ergebnisse des Projektes haben KMU nun die Möglichkeit, Produkte mit 3D-Lichteffekten besser entwickeln und einfacher präsentieren zu können.

Für die Beurteilung der Lichteffekte durch Analyse der Bilder mit einer Leuchtdichte- und Farbmesskamera, einer Profi-Spiegelreflexkamera (Nikon D800) und für die subjektive Beurteilung wurde ein fester Demonstrator im Dunkellabor des ITV aufgebaut, um reproduzierbare und reflexionsminimierte Bedingungen zu erhalten.

Die Interviews von 18 Personen bei zwei Lichtsituationen (mit und ohne Umgebungsbeleuchtung) und verschiedenen Blickwinkeln zeigen, dass, wie es bei einer Wahrnehmungsbefragung zu erwarten ist, größere Abweichungen und Ausreißer der Einschätzung der Tiefeneffektwirkung gibt. In der Tendenz entsprechen die Mittelwerte der wahrgenommenen Effekttiefe aber den analysierten Werten der Spiegelreflexkamera. Eine minimierte, sogenannte qualifizierte Bewertergruppe (6 Personen) zeigt vergleichbare Werte wie die 18-Personen umfassende

Gruppe. Sie liegt dabei näher an den Werten der Kameraanalysen. Somit kann die reduzierte qualifizierte Bewertergruppe mit zeitlichen und wirtschaftlichen Vorteilen sinnvoll zur subjektiven Beurteilung von textilen Lichteffekten eingesetzt werden. Menschen sind also prinzipiell in der Lage die subjektiven Effekteindrücke in metrische Zahlen auszudrücken. Weitere Ergebnisse der Befragungen wurden im Schlussbericht festgehalten.

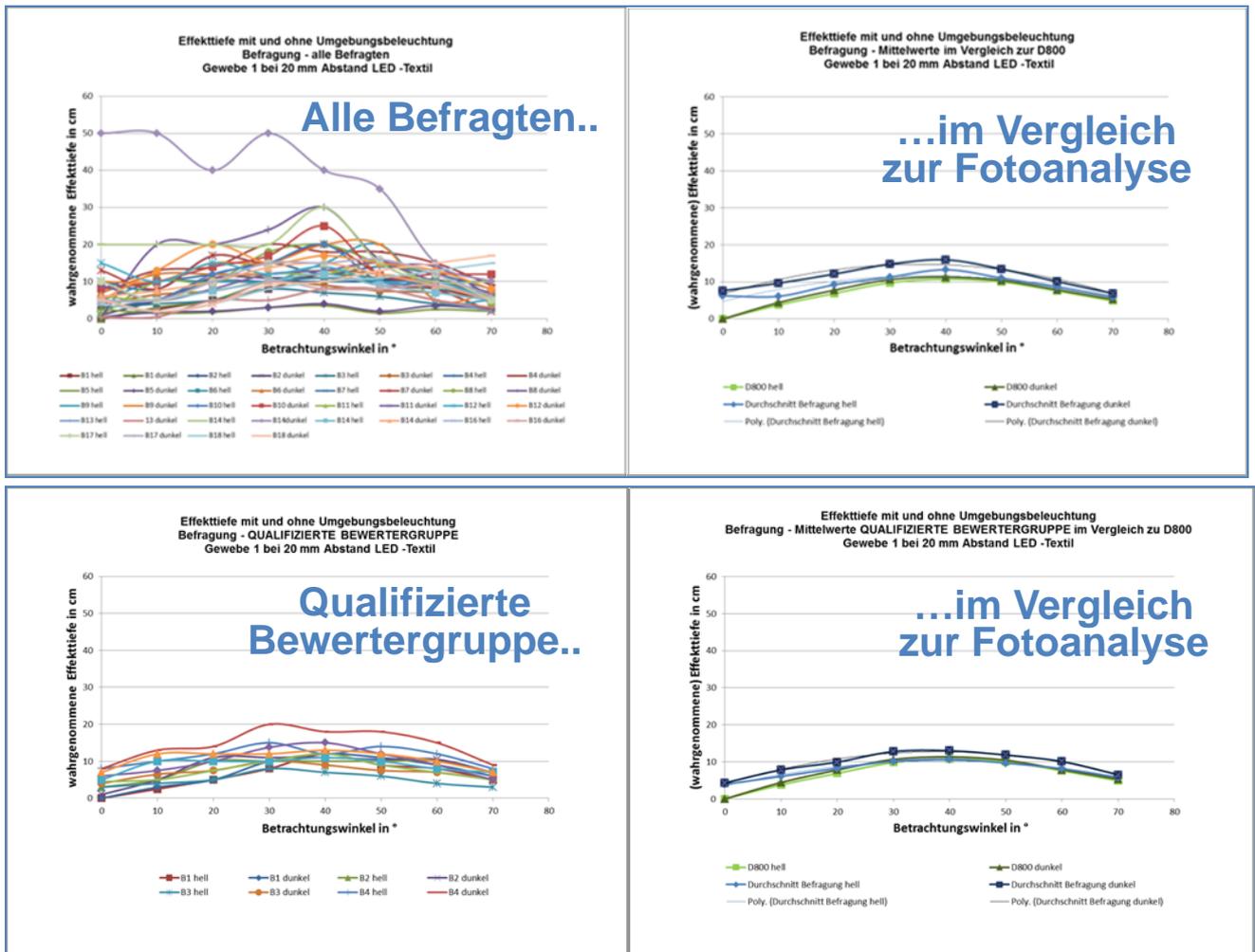


Abbildung 8: Tiefeneffektswahrnehmung der Bewertergruppen (linke Diagramme) im Vergleich zu den analysierten Aufnahmen der Profispiegelreflexkamera Nikon D800

Durch die Projektergebnisse haben KMU die Möglichkeit, hinterleuchtete Textilien besser zu entwickeln und frühzeitig Produkte darstellen zu können. So können sie schnell und flexibel auf Marktanforderungen reagieren, neue Projekte und Produkte entwickeln und kommunizieren und sich dadurch auf dem Markt behaupten können. Ferner können die im Projekt gewonnenen

Erkenntnisse im Bereich der Visualisierung von Textilien mit 3D-Lichteffekten auch für die Visualisierungsmöglichkeiten anderer lichttechnischer Textilien wie textiler Sonnenschutz, Blackout-Textilien, glänzende Bezugstoffe, Strumpfhosen, usw. übertragen und genutzt werden. Viele der Detaillösungen, die bei den komplexen Lichtsimulationen und Verformungsberechnungen erarbeitet wurden, können auch in anderen Bereichen gewinnbringend eingesetzt werden oder zeigten die Notwendigkeit und Sinnhaftigkeit für weitere spezielle Softwareentwicklungen bzgl. der Lichteffektsimulation auf. Das Projekt trägt aber auch durch die erarbeiteten „händischen“ Lösungen bzgl. der Erarbeitung von FE-Modellen auf Basis der hochaufgelösten 3D-Scans bereits zur verbesserten Simulationsfähigkeit für textile Werkstoffe bei und bringt die textile Industrie hiermit voran. Die Weiterentwicklung der Mikromodelle zur Simulation textiler Verzüge, um den Einfluss auf die 3D-Lichteffekte zu untersuchen, führen zu Synergieeffekten in anderen Bereichen der Textiltechnik in denen die Berechenbarkeit textiler Werkstoffe von Bedeutung ist.

Es steht nun ein netzunabhängiger, funkgesteuerter mobiler multifunktionaler Lichtdemonstrator (ITV-MMLD) zur Verfügung, mit dem alle wichtigen Lichteffekte hervorragende unter jedem beliebigen Umgebung- und Beleuchtungsverhältnissen einem Betrachter aber auch größeren Betrachtergruppen gezeigt werden können. Dieser ITV-MMLD Demonstrator kann die Produktentwicklung sehr gut unterstützen, da die Auswirkung relevante Parameter (Leuchtmittel, Abstand LED/Leuchtmittel, Ausrichtung Textil, Betrachtungswinkel, Scher- und Drapierbelastung ...) für ein lichttechnisch wirksames Textil sehr schnell dargestellt und ortsungebunden analysiert werden kann. Ferner kann das Textil sehr einfach, schnell und definiert ausgetauscht werden.

Danksagung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Das IGF-Vorhaben 17169 N/1 der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12-14, 10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Für diese Förderung danken wir.

Unser Dank für die freundliche und tatkräftige Unterstützung gilt außerdem folgenden Firmen:

- AMOHR Technische Textilien GmbH
- davit GmbH
- DYNAmore GmbH
- ETTLIN Spinnerei und Weberei Produktions GmbH & Co. KG
- Gfar Gesellschaft für analytische Rechensysteme mbH
- Global Safety Textiles GmbH
- Hochschule der Medien (HdM) Stuttgart und Visualisierungsinstitut (VISUS) der Universität Stuttgart
- Lighshape OHG
- quintessence design Heeb & Schairer GbR
- 3DEXCITE (ehemalig Realtime Technology AG)
- rökona Textilwerk GmbH
- Saati Deutschland GmbH
- Virtual Dimension Center(VDC) Fellbach
- Werner Sobek Stuttgart GmbH & Co. KG /ILEK
- Wurzel Medien GmbH

Ganz besonderen Dank für Ihr Interesse und der sehr aktiven Mitarbeit und Unterstützung bei der Lichteffektsimulation gilt der Fa. Lightshape OHG, Leinfelden-Echterdingen und der Fa. Wurzel Media GmbH, Ostfildern.

Der Schlussbericht des Forschungsvorhabens „Simulation textilbasierter 3D-Lichteffekte durch Zusammenführung von FE- und Visualisierungssoftware“ (IGF-Nr. 17169 N/1) ist am Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf erhältlich.

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Hermann Finckh (hermann.finckh@itv-denkendorf.de, Tel. 0711 / 9340-401)

Dipl.-Ing. Hansjürgen Horter (hansjuergen.horter@itv-denkendorf.de, Tel. 0711 / 9340-279)

Dipl.-Ing. Christoph Riethmüller (riethmueller@itv-denkendorf.de, Tel. 0711 / 9340-256)