

Aus der Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie  
der Medizinischen Fakultät der Charité - Universitätsmedizin Berlin

# **DISSERTATION**

## **Untersuchung zur Verteilung von Bakterien in der menschlichen Haut**

Zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät der Charité - Universitätsmedizin  
Berlin

von

**Dorte Marenbach**

aus Rostock

Gutachter: 1. Prof. Dr. Dr.-Ing. J. Lademann  
2. Prof. Dr. Chr. Lang  
3. Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Chr. C. Geilen

Datum der Promotion: 22.06.2007

# Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen .....	7
Lebenslauf .....	8
Danksagung .....	10
Eidesstattliche Erklärung .....	11
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1. Vorwort</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2. Grundlagen</b> .....	<b>14</b>
1.2.1. Die menschliche Haut .....	14
1.2.1.1. Aufbau und Funktion .....	14
1.2.1.2. Die Epidermis .....	16
1.2.1.3. Die Dermis .....	19
1.2.1.4. Die Tela subcutanea .....	20
1.2.2. Der Follikelapparat .....	21
1.2.2.1. Struktur des Haarfollikels .....	21
1.2.2.2. Haarwachstum .....	22
1.2.2.3. Haarwechsel .....	23
1.2.2.4. Haarmuskel .....	24
1.2.2.5. Morphologische Unterschiede der Haarfollikel .....	24
1.2.2.6. Haarfollikel - unterschiedliche Körperregionen im Vergleich .....	25
1.2.2.7. Das Phänomen der "offenen" und "geschlossenen" Follikel .....	25
1.2.2.8. Die Talgdrüsen .....	26
1.2.3. Mikroflora der menschlichen Haut .....	27
1.2.3.1. Bestandteile der Hautflora .....	27
1.2.3.2. Residente Hautflora .....	28
1.2.3.3. Lokalisation der Mikroflora der Haut .....	31
1.2.3.4. Mikroflora der Talgdrüsenfollikel .....	32
1.2.3.5. Transiente Hautflora .....	33
1.2.4. Keimgewinnung .....	33
<b>1.3. Zielsetzung der Arbeit</b> .....	<b>35</b>
<b>2. Material und Methoden</b> .....	<b>37</b>
<b>2.1. Vorversuche</b> .....	<b>37</b>
2.1.1. Hautparameter und deren Auswirkung auf das Wachstum der Bakterienkolonien .....	37
2.1.1.1. TEWL .....	38
2.1.1.2. pH-Wert .....	40
2.1.1.3. Sebumgehalt der Haut .....	42
2.1.1.4. Feuchtigkeit der Corneozyten .....	43

2.1.1.5. Bakterienwachstum in Abhängigkeit der ermittelten Hautparameter .....	44
2.1.2. Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Bakterienkolonien .....	45
2.1.3. Überprüfung einer möglichen desinfizierenden Wirkung des <i>tesa</i> ®-Filmstreifens auf das Wachstum der Bakterien .....	46
2.1.4. Anwendung von Waschmittel auf der Haut und deren Einfluss auf das Wachstum der Bakterien.....	46
<b>2.2. <i>tesa</i>®-Film-Abrissmethode .....</b>	<b>48</b>
<b>2.3. Anzucht der Bakterien .....</b>	<b>50</b>
<b>2.4. <i>tesa</i>®-Film-Abrissmethode in Kombination mit der Osmiumtetroxid-Färbung .....</b>	<b>52</b>
<b>2.5. Cyanacrylat zur Herstellung von Hautoberflächenbiopsien und zur Keimgewinnung .....</b>	<b>53</b>
2.5.1. Anwendungsgebiete und Stoffeigenschaften von Cyanacrylat .....	53
2.5.2. Herstellung des Cyanacrylat-Abrisses.....	54
2.5.3. Bakterienanzucht unter Verwendung des Cyanacrylat-Abrisses.....	54
<b>2.6. Ermittlung des Hornschichtprofils.....</b>	<b>54</b>
<b>2.7. Erstellen von Follikelkarten.....</b>	<b>56</b>
2.7.1. Follikelkarte mittels der Osmiumtetroxid-Färbung.....	56
2.7.2. Follikelkarte mittels der Cyanacrylat-Abrisstechnik.....	57
<b>2.8. Zählung und Charakterisierung der gewachsenen Bakterienkolonien .....</b>	<b>60</b>
<b>2.9. Anzucht follikotroper Bakterienkolonien zur Herstellung von Reinkulturen .....</b>	<b>60</b>
<b>2.10. Reinkultur und biochemische Differenzierung follikotroper Bakterienkolonien.....</b>	<b>62</b>
2.10.1 Katalase-Test .....	62
2.10.2. Untersuchung auf Gramverhalten.....	62
2.10.3. Differenzierung mittels Methylenblau-Färbung.....	64
2.10.4. Identifizierung der Isolate.....	65
<b>2.11. Voruntersuchungen zu Filmabrissen .....</b>	<b>65</b>
2.11.1. Eignung des Filmabrisses für Osmiumtetroxidfärbung nach Übertragen der Bakterien auf Agarplatte.....	65
2.11.2. Eignung des Filmabrisses für UV/VIS-Spektroskopische Messung nach Übertragung der Bakterien auf Agarplatte .....	66
<b>2.12. Studiendesign für bakterielle Untersuchungen.....</b>	<b>66</b>
2.12.1. Vorstellung des Probandenkollektivs für die Hauptuntersuchung .....	66
2.12.2. Versuchsdurchführung .....	67
2.12.3. Protokolle .....	67

<b>3. Ergebnisse</b> .....	71
<b>3.1. Vorversuche</b> .....	71
3.1.1. Hautparameter und deren Auswirkung auf das Wachstum der Bakterienkolonien.....	71
3.1.2. Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Bakterienkolonien .....	73
3.1.3. Überprüfung einer möglichen desinfizierenden Wirkung des <i>tesa</i> ®-Filmstreifens auf das Wachstum der Bakterienkolonien.....	76
3.1.4. Anwendung von Waschmittel auf der Haut und deren Einfluss auf das Wachstum der Bakterien .....	79
<b>3.2. Bakterienanzucht</b> .....	80
3.2.1. Makroskopische Charakterisierung der Bakterienkolonien .....	80
<b>3.3. Ermittlung des Hornschichtprofils</b> .....	81
<b>3.4. Follikelkarten</b> .....	82
3.4.1. Follikelkarte mittels Osmiumtetroxid-Färbung .....	82
3.4.2. Follikelkarte mittels der Cyanacrylat-Abrisstechnik.....	84
3.4.3. Follikelkarten im Vergleich.....	85
<b>3.5. Vorversuche zu Filmabrissen</b> .....	86
3.5.1. Eignung des Filmabrisses für die Osmiumtetroxid-Färbung nach Übertragung der Bakterien auf die Agarplatte.....	86
3.5.2. Eignung des Filmabrisses für die UV/VIS-Spektroskopische Messung nach Übertragung der Bakterien auf den Nähragar .....	88
<b>3.6. Reinkultur – biochemische Differenzierung, Identifizierung</b> .....	88
3.6.1. Reinkultur .....	89
3.6.2. Differenzierung mittels Methylenblau-Färbung.....	89
3.6.3. Charakterisierung und Identifizierung ausgewählter Isolate .....	90
<b>3.7. Keime des Stratum corneum</b> .....	92
3.7.1. Verteilung der gewonnenen Bakterienkolonien im Stratum corneum .....	92
3.7.2. Follikotrope Bakterienkolonien .....	95
3.7.2.1. Quantität .....	95
3.7.2.2. Charakterisierung .....	98
<b>3.8. Bakterienanzucht unter Verwendung des Cyanacrylat-Abrisses</b> .....	99
– qualitative Differenzierung der gewonnenen Bakterienkolonien	
<b>4. Diskussion</b> .....	105
<b>4.1. Vorversuche</b> .....	105
4.1.1. Hautparameter und deren Auswirkung auf das Wachstum der Bakterienkolonien.....	105

4.1.2. Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Bakterienkolonien .....	108
4.1.3. Überprüfung einer möglichen desinfizierenden Wirkung des <i>tesa</i> ®-Filmstreifens auf das Wachstum der Bakterienkolonien .....	110
4.1.4. Anwendung von Waschmittel auf der Haut und deren Einfluss auf das Wachstum der Bakterien .....	111
<b>4.2. Verlauf der Extinktionswerte während der Entfernung des Stratum corneum .....</b>	<b>112</b>
<b>4.3. Markierung der Follikelposition .....</b>	<b>112</b>
4.3.1. Follikelkarte mittels Osmiumtetroxid.....	112
4.3.2. Follikelkarte mittels der Cyanacrylat-Abristechnik.....	113
4.3.3. Follikelkarten im Vergleich.....	113
<b>4.4. Vorversuche zu Filmabrissen.....</b>	<b>114</b>
4.4.1. Eignung des Filmabrisses für die Osmiumtetroxid-Färbung nach Übertragung der Bakterien auf die Agarplatte.....	114
4.4.2. Eignung des Filmabrisses für die UV/VIS-Spektroskopische Messung nach Übertragung der Bakterien auf den Nähragar .....	114
<b>4.5. Erfassung follikotroper Bakterienkolonien zur Herstellung von Reinkulturen .....</b>	<b>115</b>
<b>4.6. Keime des Stratum corneum.....</b>	<b>116</b>
4.6.1. Verteilung der gewonnenen Bakterienkolonien im Stratum corneum .....	116
4.6.2. Follikotrope Bakterienkolonien.....	117
4.6.2.1. Prozentualer Anteil der follikotropen Bakterienkolonien an der Bakterienflora... 117	
4.6.2.2. Untersuchung follikotroper Bakterienkolonien – 2 Methoden im Vergleich .....	117
<b>4.7. Charakterisierung follikotroper Bakterienkolonien .....</b>	<b>118</b>
4.7.1. Interindividuelle Unterschiede bezüglich der follikotropen Bakterienflora.....	118
4.7.2. Differenzierung der follikotropen Bakterienkolonien .....	119
<b>4.8. Keimgewinnung unter Verwendung des Cyanacrylat-Abrisses – qualitative Differenzierung der isolierten Bakterienkolonien .....</b>	<b>120</b>
<b>5. Zusammenfassung .....</b>	<b>123</b>
<b>6. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>127</b>
<b>7. Bildverzeichnis .....</b>	<b>138</b>

## Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

BMI	=	Body Mass Index
CCP	=	Center of Experimental and Applied Cutaneous Physiology
TEWL	=	transepidermaler Wasserverlust
UV	=	Ultraviolett (Wellenlängenbereich)
VIS	=	visible; Licht mit Wellenlängen im sichtbaren Bereich
Abb.	=	Abbildung

## Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.



Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht mit veröffentlicht.

## Danksagung

An erster Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. W. Sterry für die Möglichkeit danken, an der dermatologischen Klinik der Charité - Universitätsmedizin Berlin zu promovieren.

Mein besonderer Dank gilt vor allem Herrn Prof. Dr. Dr.-Ing. J. Lademann, der mir das interessante Dissertationsthema überließ. Er betreute meine Arbeit äußerst engagiert und war jederzeit bereit, mir bei Problemen jeglicher Art zur Seite zu stehen. Seine Anregungen und Hinweise sowie so manches aufmunternde Wort waren mir immer sehr wertvoll.

Mein herzlicher Dank gilt auch Frau Prof. Dr. C. Lang, die diese Arbeit in ihrer Arbeitsgruppe ermöglichte, sie mit großem Interesse verfolgte und ihre Entwicklung mit Rat und hilfreichen Vorschlägen begleitete.

Ganz besonders möchte ich mich bei Frau B. Baumann bedanken, die mich tatkräftig bei der Durchführung der Experimente unterstützte – nicht zuletzt durch nützliche Anregungen und Ratschläge.

Mein herzlicher Dank gilt auch Frau Dr. U. Jacobi für ihre Hilfsbereitschaft bei der Durchführung der Experimente sowie für ihre Geduld, Anmerkungen und Hinweise bei der Lösung theoretischer und praktischer Probleme.

Ein besonderer Dank geht an Frau Sabine Schanzer und Frau Heike Richter für die hervorragenden technischen und praktischen Hilfestellungen.

Weiterhin möchte ich mich bei allen Mitarbeitern des CCPs – namentlich Frau B. Werner – für die Zusammenarbeit und für die hilfsbereite, freundliche Betreuung bedanken.

Meiner Familie und meinem Mann Jan Marenbach, ganz besonders aber meinen Eltern möchte ich an dieser Stelle noch einmal herzlich für die großzügige Unterstützung danken. Sie haben mir mein Medizinstudium und damit auch die vorliegende Dissertation ermöglicht.

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit erkläre ich, Dorte Marenbach, dass die vorliegende Dissertationsschrift mit dem Thema: „Untersuchung zur Verteilung von Bakterien in der menschlichen Haut“ von mir selbst ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst wurde und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt. Die benutzten Hilfsmittel sowie die Literaturquellen sind von mir vollständig angegeben.

Berlin, den 29.07.2006

Dorte Marenbach