

**STUDIE über**  
**REDUZIERUNG von STAPHYLOCOCCUS-AUREUS-BESIEDELUNG durch**  
**Padycare<sup>®</sup> versilberten Textilien**  
**bei Patienten mit ATOPISCHEM EKZEM**

**Durchführung:** Abteilung für Dermatologie und Allergologie, Biederstein,  
Technische Universität München

unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Dietrich Abeck

**Teilnahme:** 15 Patienten mit atopischem Ekzem

**Dauer:** 14 Tage

**Ergebnis:** Hochsignifikante **Abnahme der Anzahl der S.-Aureus-Bakterien** auf der Seite mit Silberfasertextilien. Die Verbesserung des klinischen Bildes korrelierte mit der Verminderung der Bakteriendichte.

# **Silberbeschichtete Textilien reduzieren die *Staphylococcus-aureus*-Besiedelung bei Patienten mit atopischem Ekzem**

**Anke Gauger, Martin Mempel, Annika Schekatz, Torsten Schäfer\*,  
Johannes Ring, Dietrich Abeck**

von der

Abteilung für Dermatologie und Allergologie, Biederstein, Technische  
Universität München

\*Abteilung für Sozialmedizin, Universität Lübeck

Verantwortliche Autorin: Dr. med. Anke Gauger  
Klinik und Poliklinik für  
Dermatologie und Allergologie am Biederstein  
der TU München  
Biedersteiner Str. 29  
D-80802 Munich, Germany  
Tel. 49-89-4140-3186  
Fax. 49-89-4140-3540  
Email: [agauger@gmx.de](mailto:agauger@gmx.de)

Schlüsselbegriffe: *Staphylococcus aureus*, Silberionen, antibakterieller Effekt, atopisches Ekzem, Hautbarriere, Textilien

## Zusammenfassung

Es ist bekannt, dass die Besiedelung der Haut mit *Staphylococcus aureus* beim atopischen Ekzem (AE) einen wichtigen Triggerfaktor darstellt und möglicherweise auch in pathophysiologischer Hinsicht eine wichtige Rolle spielt.

In einem offenen, kontrollierten, individuellen Halbseitenversuch wurden über einen Zeitraum von zwei Wochen bei 15 Patienten mit bekanntem AE die betroffenen Stellen (Ellenbeugen beider Arme) im Hinblick auf die *S.-aureus*-Kolonisation der Haut sowie auf den Schweregrad des Hautbefundes (SCORAD) hin untersucht.

Beide Ellenbeugen wurden zunächst über den Zeitraum einer Woche auf der einen Seite mit silberbeschichtetem Material und auf der anderen Seite mit Baumwolle bedeckt, gefolgt von einem Kontrollzeitraum von einer Woche.

Bereits nach zwei Tagen konnte eine hochsignifikante Reduktion der *S.-aureus*-Besiedlung auf der mit silberbeschichteten Textilien bedeckten Seite festgestellt werden, welche bis zum Ende der Behandlung anhielt. Ebenso blieb die Bakteriendichte noch sieben Tage nach Beendigung des Trageversuches signifikant unterhalb des Wertes, welcher zu Beginn gezählt wurde. Zusätzlich konnten sowohl nach einer Woche (Beendigung des Trageversuches) als auch zum Ende des Kontrollzeitraumes hin im Seitenvergleich zu Baumwolle signifikant geringere Zahlen an *S. aureus* gezählt werden.

Die Verbesserung des klinischen Bildes korrelierte dabei mit der Verminderung der Bakteriendichte.

## Einleitung

*Staphylococcus (S.) aureus* ist bekannt als ein wichtiger Triggerfaktor im Hinblick auf die Unterhaltung der Hautentzündung und die Auslösung von akuten Exazerbationen der genetisch determinierten Erkrankung atopisches Ekzem [1,2]. Der Grad der Besiedlung wird in Zusammenhang mit der Schwere der Erkrankung gesehen [3,4,5]. Das Wissen über die pathophysiologische Bedeutung von *S. aureus* beim AE hat in den letzten Jahren zugenommen. Das Bakterium produziert eine Vielzahl von immunmodulatorischen Toxinen mit superantigenen Eigenschaften wie das ausführlich beschriebene staphylogene Enterotoxin A-E und das Toxic Shock Syndrom Toxin 1 [6]. Zusätzlich stellt *S. aureus* eine Reihe von Enzymen mit direkt zellschädigender Wirkung und mehrere gefährliche Toxine (einschließlich Hämolyse und Exfoliatine) her und er besitzt einige sehr effiziente Abwehrmechanismen gegenüber einer Mehrzahl der gängigen Antibiotika [7,8,9] trotz kontroverser Diskussion der Kombination von Kortikoiden und Antibiotika haben sowohl gut wirksame Antibiotika als auch antiseptische Substanzen in der Behandlung des AE breite Anwendung gefunden und werden erfolgreich eingesetzt. Durch eine Verminderung der Dichte von *S. aureus* auf der Haut der Patienten tragen sie mit zum antibakteriellen Effekt der topischen Steroide und Externa bei [10,11,12,13]. In den letzten Jahren wurden Silberprodukte vor allem im Hinblick auf Wundheilungsprozesse untersucht. Hierbei zeigen sich zwei Hauptvorteile: sie wirken als Breitspektrumantibiotika, wobei noch keine Resistenzentwicklung bekannt ist [14]. Silberbeschichtete Materialien finden bereits eine breite Anwendung, z.B. in der Chirurgie (Fixateur externe), der Urologie (Katheter) oder im zahnärztlichen Bereich [15,16,17]. Podycare® Textilien bestehen aus einem Mikrofasermaterial mit eingewebten Silberfäden mit einem Silbergehalt von insgesamt 20%. In-vitro-Studien mit dem silberbeschichteten Material zeigten eine signifikante Verminderung der Bakterienzahlen (*Staphylococcus aureus* und *Pseudomonas aeruginosa*) und von *Candida albicans* [18]. Ziel unserer Studie war es, den Einfluss silberbeschichteter Textilien bei Patienten mit atopischem Ekzem unter besonderer Berücksichtigung der Hautbesiedelung mit *S. aureus* zu zeigen.

## **Material und Methoden**

### **Patienten und klinische Bewertung**

Fünfzehn Patienten mit klinisch diagnostiziertem, generalisiertem oder lokalisiertem atopischen Ekzem [19], die ekzematöse Stellen an beiden Ellenbeugen aufwiesen, wurden in die Studie eingeschlossen. Sie alle erfüllten die Einschlusskriterien, z.B. ein steroidfreies Intervall von mindestens zwei Wochen sowie keine systemische oder topische Antibiotikabehandlung in den vergangenen vier Wochen. Die Studie fand in den Monaten Februar und März mit niedrigen Temperaturen statt, was der Compliance der Patienten tagsüber und nachts zugute kam. Der lokale Schweregrad der Erkrankung wurde festgesetzt unter Verwendung des SCORAD Systems [20], welches die folgenden sechs Punkte zur Beschreibung des Ausprägungsgrades vereint: Erythem (1); Ödem/Papeln (2); Nässen/Krusten (3); Exkoration (4); Lichenifikation (5) und lokaler Juckreiz (6). Jede Eigenschaft wurde anhand einer 4-Punkte-Skala eingeteilt: 0 = fehlend, 1 = leicht, 2 = mäßig, 3 = schwer. Der totale Schweregrad wurde berechnet aus der Summe der Einzelpunkte bei einer Höchstpunktzahl von 18. Die Patienten wurden angeleitet, speziell hergestellte Ellenbeugenstulpen sieben Tage und Nächte lang zu tragen: die linke Beuge wurde mit reiner Baumwolle bedeckt, die rechte mit silberbeschichteter Mikrofaser (Podycare®) (Fig.1). Aufgrund der individuellen Unterschiede wurden verschiedene Größen von Ellenbeugenstulpen verwendet: die europäischen Größen 92-104-128-164 für Kinder, die Größen S(mall), M(edium) and L(arge) für Erwachsene. Während der gesamten Tragezeit von sieben Tagen wurden stets dieselben Stulpen tagsüber und nachts ohne Reinigung verwendet und lediglich zum Duschen und Baden abgenommen. Die Pflege der Haut mit Basisexterna war erlaubt, Wasch- und Reinigungsgewohnheiten wurden beibehalten. Im Anschluss an die Tragezeit folgte eine Kontrollperiode von weiteren sieben Tagen während derer keine Stulpen getragen wurden. Der lokale SCORAD wurde am Tag 0 (baseline), am Tag 2 und am Tag 7 nach Beginn des Trageversuches bestimmt und ebenso sieben Tage später, am Tag 14 als Kontrolle. Das mittlere Alter unserer Patienten war 24,6 Jahre (Spanne 3 bis 55 Jahre).

### **Mikrobiologische Untersuchungen**

Es wurden Bakterienlösungen beider Arme an den Tagen 0, 2 und 7 gewonnen und ebenso sieben Tage später, am Tag 14. Analog wurde der klinische SCORAD bestimmt. Hierbei wurde eine standardisierte Abwaschmethode nach Williamson und Kligman [21,22]: verwendet: ein Plexiglaszylinder der Kontaktoberfläche von 6,158cm<sup>2</sup> wurde auf die

ekzematös veränderte Haut aufgesetzt. Es folgte ein kurzer Waschvorgang von einer Minute, unter Verwendung von 1000µl einer standardisierten Waschlösung (0.15% Twen/PBS Dulbecos) .Im Anschluss wurde mit PBS-Pufferlösung eine Verdünnungsreihe bis  $10^{-6}$  erstellt und eine Menge von 100µl auf Columbia Agarplatten, die 5% Schafblut (bioMerieux, Nürtingen, Germany) enthalten, bei 37°C 24 Stunden lang bebrütet. Positive *S.-aureus*-Kulturen wurden mittels Slidex Staph-Kit Test (bioMerieux) identifiziert. Zur weiteren Klassifikation wurde ferner das api-Staph System (bioMerieux) verwendet. Die Quantifizierung der *S.-aureus*-Besiedelung erfolgte durch Zählung der koloniebildenden Einheiten pro Agarplatte und Hochrechnung auf Kolonien pro cm<sup>2</sup> (CFU/cm<sup>2</sup>).

### **Statistische Analyse**

Der Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben diente dem Vergleich der *S.-aureus*-Kolonisation a) auf der silberbeschichteten Seite (rechte Ellenbeuge) gegenüber der Seite mit Baumwolle (linke Ellenbeuge) und (b) dem Vergleich der betroffenen Seiten jeweils mit dem Ausgangspunkt des Versuches (Baseline) zu den verschiedenen Zeitpunkten. Eine Signifikanzschwelle von  $p=0.05$  wurde festgelegt. Der Korrelationskoeffizient von Spearman fand Anwendung für die abschließende Überalles-Korrelation der *S.-aureus*-Dichte mit dem klinischen Bild des atopischen Ekzems (SCORAD).

## Ergebnisse

Zu Beginn des Versuches wurde *S. aureus* bei allen 15 Patienten isoliert, wobei die Bakteriendichte zwischen  $10^{2.2}$  and  $10^{5.2}$  CFU/cm<sup>2</sup> in der rechten Ellenbeuge, und  $10^{2.1}$  und  $10^{5.1}$  CFU/cm<sup>2</sup> linksseitig lag. Während der Behandlung mit Ellenbogenstulpen konnten Dichtewerte zwischen 0 und  $10^{4.1}$  CFU/cm<sup>2</sup> auf der mit Silber beschichteten Seite rechts, und zwischen  $10^{2.3}$  to  $10^{5.3}$  CFU/cm<sup>2</sup> auf der mit Baumwolle bedeckten Seite links gemessen werden. Zum Zeitpunkt der Kontrolle (Tag 14) rangierten die Zahlen zwischen 0 und  $10^{4.9}$  CFU/cm<sup>2</sup> einerseits, sowie  $10^2$  and  $10^{5.1}$  CFU/cm<sup>2</sup> andererseits.

Anfangs war das klinische Erscheinungsbild beider Arme vergleichbar: dies entsprach einem SCORAD von 6 bis 15 in der rechten und 5 bis 15 in der linken Beuge. Während des Trageversuches konnten Werte von 2 bis 13 auf der Seite der Silbertextilien (rechts) und von 4 bis 14 auf der Seite mit Baumwollseite (links) bestimmt werden. Zum Kontrollzeitpunkt bestanden Ausprägungsgrade des Ekzems von 2 bis 11, sowie 4 bis 12 Punkte (SCORAD).

### *Besiedelung mit Staphylococcus aureus*

Im Hinblick auf die Bakteriendichte konnte am Anfang der Studie kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Auf der Seite mit silberbeschichteten Textilien wurde nach Beginn des Trageversuches eine konstante Abnahme der Dichte von *S. aureus* bemerkt. Dabei wurde der deutlichste Abfall der Werte zwischen den Tagen 2 und 7 verzeichnet. Nach Beendigung des Versuches blieben die Bakterienzahlen entweder stabil oder begannen wieder anzusteigen. (einen allgemeinen Überblick der *S. aureus*-Kolonisation gibt Abb.2 wieder). Im Gegensatz zu diesem Befund blieb die Bakteriendichte auf der Baumwollseite (links) bei allen 15 Patienten nahezu identisch wie zu Beginn der Studie. Hierbei unterschied sich eine Patientin dadurch, dass ein äußerst unsteter Verlauf der Werte vorlag (Abb. 3).

Die statistische Analyse konnte zeigen, dass es bereits bis zum zweiten Tag der Messungen zu einer hochsignifikanten Abnahme der Anzahl der Bakterien in der Ellenbeuge mit Silberfasertextilien gekommen war ( $p=0.002$ ). Ebenso verblieben die Werte sowohl am Tag 7, als auch am Kontrolltag (Tag 14, sieben Tage nach Beendigung des Tragens) im Vergleich zu den Zahlen, die zu Beginn der Studie gemessen wurden, hochsignifikant reduziert ( $p=0,002$  und  $p=0,008$ , Abb. 4). Dagegen konnte durch das Tragen der Baumwollstulpen keine signifikante Verminderung der *S.-aureus*-Kolonien während der gesamten zwei Wochen gesehen werden, es kam vielmehr zu einem Anstieg derselben. Die Bakteriendichte blieb auch am Tag 14, eine Woche nach Beendigung des Tragens der Baumwollstulpen auf diesem hohen Niveau (Abb. 4).

Der Vergleich der Seiten mit Silbertextilien und mit Baumwolle erbrachte sowohl am Tag 7 ( $p=0,002$ ), als auch zum Zeitpunkt der Kontrolle (Tag 14;  $p<0.05$ ) signifikant kleinere Bakterienzahlen auf der rechten Seite mit silberbeschichteter Mikrofaser. Zu Beginn und am 2. Tag der Studie konnte dagegen kein signifikanter Unterschied im Vergleich der beiden Behandlungsstrategien festgestellt werden.

### *Klinische Bewertung - lokaler SCORAD*

Der klinische Hautbefund, beschrieben als lokaler SCORAD, war zum Zeitpunkt des Studienbeginns an beiden Armen vergleichbar. Es konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Bei nahezu dem gesamten Patientenkollektiv konnte bereits nach zwei Behandlungstagen in der Beuge mit Silberfasertextilien (rechts) eine konstante Verbesserung des lokalen SCORAD-Wertes beschrieben werden. Diese dauerte bis zum Ende des Trageversuches (Tag 7) an. Anschließend verblieb der Hautzustand bei fünf Patienten stabil, bei sechs weiteren

verbesserte er sich bis zum Ende der Studie (Abb. 5). In Gegensatz zu diesem Ergebnis konnte auf der mit Baumwolle bedeckten Armseite (links) weder unter der Behandlung noch danach bei den Patienten eine bedeutsame Veränderung des Schweregrades des atopischen Ekzems festgestellt werden (Abb.6)

Bemerkenswert war das klinische Ergebnis auf der Seite mit silberbeschichteten Textilien: die Verbesserung des lokalen SCORAD konnte als hochsignifikant zu allen Zeitpunkten des Versuches beschrieben werden (Tage 2, 7 und 14), dies erfolgte jeweils wieder im Vergleich mit dem Befund zu Beginn des Tragens: ( $p=0.003$ ,  $p=0.001$  und  $p=0.004$ , siehe Abb. 7). Auf der Baumwollseite konnte eine leichte klinische Ekzemverbesserung am Tag 2 der Befunderhebung bemerkt werden, diese jedoch ohne statistische Signifikanz. Andernfalls war der SCORAD an den Tagen 7 und 14 im Vergleich mit Studienbeginn angestiegen (Abb. 7).

Im Übrigen erbrachte der Vergleich beider Behandlungsarme, dass der lokale Hautbefund zu allen Zeitpunkten der Bewertung auf der rechten Armseite (Silberfaser) besser war. Hier konnten statistisch signifikante Werte am Tag 7 und auch noch am Tag 14 erreicht werden.

**(Daten nicht dargestellt).**

#### *Korrelation der Dichte von Staphylococcus aureus und des lokalen SCORAD*

Die Reduktion der Kolonisation durch *S. aureus* ging einher mit einer gleichzeitigen Verbesserung des klinischen Hautbefundes. Bakteriendichte und lokaler SCORAD korrelierten dabei nur zum Zeitpunkt von Tag 14 ( $p=0,01$ ).

## Diskussion

In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass silberbeschichtete Mikrofasern im Gegensatz zu Baumwolltextilien eine deutliche Verbesserung des klinischen Hautbefundes verbunden mit einer wirksamen antibakteriellen Wirkung gegen *S. aureus* erreichen können.

Die mit Silber beschichteten Textilien induzierten bereits zwei Tage nach Beginn des Trageversuches eine hochsignifikante Reduzierung des Bakteriums, wobei man sehen konnte, dass dieser Effekt bis zum Ende der Therapie anhielt. Auch noch sieben Tage nach Beendigung des Tragens war im Vergleich mit dem Wert zu Beginn die Dichte der Bakterien signifikant niedriger. Zusammen mit der Verringerung der *S.-aureus*-Dichte verbesserte sich der Zustand der Haut der Probanden (beschrieben als lokaler SCORAD).

Der genaue Mechanismus der von den Silberionen ausgehenden Wirkung konnte noch nicht vollständig geklärt werden. So scheinen diese eine Ablösung der zytoplasmatischen Membran von der Zellwand des Bakteriums zu induzieren. Die Existenz der Elemente Silber und Schwefel in den elektronendichten Granula und dem Zytoplasma nach einer Behandlung mit Ag (+) deuten auf ein Zustandekommen der antibakteriellen Wirkung von Silber durch einen Verlust an Fähigkeit der DNA-Replikation und Protein Inaktivierung hin [23]. Soweit uns bekannt ist wurden bisher noch keine in-vivo-Untersuchungen im Hinblick auf den Effekt von Silberionen bei Patienten mit atopischem Ekzem und einer Hautbesiedelung durch *S. aureus* durchgeführt.

Eine Störung der Hautbarriere beim atopischen Ekzem wird als eine der wesentlichen pathophysiologischen Aspekte dieser Erkrankung angesehen [24]. Quantitative und qualitative Veränderungen in der Lipidzusammensetzung [25,26,27] führen nicht nur zu einem erhöhtem Feuchtigkeitsverlust über die Haut (TEWL) [28], sondern bewirken ebenso eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber externen Irritantien sowohl der befallenen als auch nicht befallenen Areale [24,29]. Durch einen Hautschutz in Form von Textilien kann der Einfluss externer Provokationsfaktoren verringert werden, als da wären z.B. verschiedene Aeroallergene, UV-Licht und der Kontakt mit hautirritierenden Materialien. So kann der Juckreiz-Kratz-Zyklus mittels einer Hautprotektion durch Textilien unterbrochen werden. In diesen Zusammenhang könnte der Effekt der klinischen Verbesserung durch Baumwolle am zweiten Tag des Trageversuches gestellt werden, da es hier zu keinerlei Anwendung von antiinflammatorisch wirksamen Substanzen gekommen war. Da unsere Resultate eine Verbesserung des klinischen Befundes unter gleichzeitiger Verminderung der Bakteriendichte auf der befallenen Haut zeigen, unterstreicht dies noch einmal die Bedeutung einer gezielten, wirksamen antiseptischen Therapie mit dem Ziel der effizienten Behandlung ekzematöser

Läsionen beim atopischen Ekzem. Diese Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit früheren Studien, welche bereits darauf hinwiesen, dass eine antibiotische oder antiseptische Behandlung zu einer beschleunigten Abheilung des AE beiträgt [11,30]. Besonderes Interesse muss dem beobachteten Effekt einer prolongierten Verminderung der *S.-aureus*-Kolonisation, welche die Zeitspanne des aktiven Tragens überdauerte, zukommen. Dieser steht in Gegensatz zu der Wirkung des antistaphylogenen Farbstoffes Gentiana-Violett, unter dessen Anwendung es zu einer raschen Rekolonisation nach Beendigung der Therapie gekommen war [11]. Diese Ergebnisse könnten ein Hinweis darauf sein, dass ein nächtliches Tragen silberbeschichteter Textilien die dauerhafte Reduktion der Dichte von *S. aureus* unterstützen kann.

Aufgrund der bekannten kontroversen Diskussion einer Kombination aus topischen Antibiotika oder antiinfektösen Medikamenten mit Glukokortikoiden [31] könnten Textilien mit antibakteriellem Effekt den Vorteil einer gesteigerten klinischen Wirksamkeit einer Therapie mit Steroiden oder anderen antientzündlichen Substanzen haben. Zusätzlich könnte unter Umständen ein identischer klinischer Effekt mittels einer Kombination aus textiler antistaphylogener Behandlung und niedrigpotenten Steroiden erreicht werden, wobei sich so die möglichen Nebenwirkungen der Kortikoide reduzieren ließen.

Eine mögliche Toxizität von Silberionen wird jedoch im Zusammenhang mit der Absorption durch Hautläsionen gesehen [32]. Im Anbetracht von möglicherweise toxischen Nebenwirkungen silberbeschichteter Textilien, sollte in weiterführenden Studien die Silberabsorption bei Patienten, welche silberbeschichtete Materialien verwenden, untersucht werden.

## References

- 1) **Leung DY:** Atopic dermatitis: the skin as a window into the pathogenesis of chronic allergic diseases. *J Allergy Clin Immunol* 1995; 96:302-18
- 2) **Yarwood JM, Leung DY, Schlievert PM:** Evidence for the involvement of bacterial superantigens in psoriasis, atopic dermatitis, and Kawasaki syndrome. *FEMS Microbiol Lett.* 2000; 192:1-7.
- 3) **Williams REA, Gibson AG, Aitchinson TC, Lever R, Mackie RM:** Assessment of a contact-plate sampling technique and subsequent quantitative bacterial studies in atopic dermatitis. *Br J Dermatol* 1990; 123:493-501
- 4) **Nomura I, Tanaka K, Tomita H, Katsunuma T, Ohya Y, Ikeda N, Takeda T, Saito H, Akasawa A:** Evaluation of the staphylococcal exotoxins and their specific IgE in childhood atopic dermatitis. *J Allergy Clin Immunol* 1999; 104:441-6
- 5) **Bunikowski R, Mielke ME, Skarabis H, Worm M, Anagnostopoulos I, Kolde G, Wahn U, Renz T:** Evidence for a disease-promoting effect of *staphylococcus aureus*-derived exotoxins in atopic dermatitis. *J Allergy Clin Immunol* 2000; 105:814-9
- 6) **Tokura Y, Yagi J, O'Malley M, Lewis JM, Takigawa M, Edelson RL, Tigelaar RE:** Superantigenetic staphylococcal exotoxins induce T cell proliferation in the presence of Langerhans cells or class II-bearing keratinocytes and stimulate keratinocytes to produce T cell-activating cytokines. *J Invest Dermatol* 1994; 102:31-8.
- 7) **Mempel M, Schnopp C, Hojka M, Fesq H, Weidinger S, Schaller M, Korting HC, Ring J, Abeck D:** Invasion of human keratinocytes by *Staphylococcus aureus* and intracellular bacterial persistence represent haemolysin-independent virulence mechanisms that are followed by features of necrotic and apoptotic keratinocyte cell death. *Br J Dermatol* 2002; 146:943-51
- 8) **Mempel M, Schmidt T, Heeg K, Abeck D, Ring J:** Role of *Staphylococcus aureus* surface-associated proteins in the attachment to cultural HaCaT keratinocytes in a new adhesion assay. *J Invest Dermatol* 1998; 109:427
- 9) **Chambers HF, Hackbarth CJ:** Methicillin-resistant staphylococci: genetics and mechanisms of resistance. *Antimicrob Agents Chemother* 1989; 33:991-4
- 10) **Ring J, Brockow K, Abeck D:** The therapeutic concept of „patient management“ in atopic eczema. *Allergy* 1996; 51:206-15

- 11) **Brockow K, Grabenhorst P, Abeck D, Traupe B, Ring J, Hoppe U, Wolf F:** Effect of gentian violet, corticosteroid and tar preparations in *Staphylococcus-aureus*-colonized atopic eczema. *Dermatology* 1999; 199:231-236
- 12) **Verbist L:** The antimicrobial activity of fusidic acid. *J Antimicrob Chemother* 1990; 109:25 (Suppl):1-5
- 13) **Stalder JF, Fleury M, Sourisse M, Allavoine T, Chalamet C, Brosset P, Litoux P :** Comparative effect of two topical antiseptics (chlorhexidine vs KMnO<sub>4</sub>) on bacterial skin flora in atopic dermatitis. *Acta Derm Venereol (Stockh.)* 1992; Suppl. 176:132-34
- 14) **Lansdown AB:** Silver. I: Its antibacterial properties and mechanism. *J Wound Care* 2002; 11:125-30
- 15) **Bosetti M, Masse A, Tobin E, Cannas M:** Silver coated materials for external fixation devices: in vitro biocompatibility and genotoxicity. *Biomaterials* 2002; 23: 887-92
- 16) **Schaeffer AJ, Story KO, Johnson SM:** Effect of silver oxide/trichloroisocyanuric acid antimicrobial urinary drainage system on catheter-associated bacteriuria. *J Urol* 1988; 139:69-73
- 17) **Matsura T, Abe Y, Sato Y, Okamoto K, Ueshige M, Akagawa Y:** Prolonged antimicrobial effect of tissue conditioners containing silver zeolite. *J Dent* 1997; 25: 373-7
- 18) **BioService:** Test 001118. 2001
- 19) **Hanifin J M and Rajka G:** Diagnostic features of atopic dermatitis. *Acta Derm Venereol (Stockh)* 1980; 92: (Suppl) 44-47
- 20) **European Task Force on Atopic Dermatitis:** Severity scoring of atopic dermatitis: The SCORAD index. Consensus report of the European Task force on Atopic Dermatitis. *Dermatology* 1993; 186:23-31
- 21) **Williamson P, Kligman AM:** A new method for quantitative investigation of cutaneous bacteria. *J Invest Dermatol* 1965; 45: 498-503
- 22) **Williams REA, Gibson AG, Aitchison TC, Lever R, Mackie RM:** Assessment of a contactplate sampling technique and subsequent bacterial studies in atopic eczema. *Br J Dermatol* 1990; 123: 493-501
- 23) **Feng QL, Wu J, Chen GQ, Cui FZ, Kim TN, Kim JO:** A mechanistic study of the antibacterial effect of silver ions on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *J Biomed Mater Res* 2000; 52:662-8

- 24) **Abeck D, Bleck O, Ring J:** Skin barrier and eczema. In: *New Trends in Allergy IV* (Ring J, Behrendt H, Vieluf D eds.), Berlin: Springer, 1996, pp 213-20
- 25) **Imokawa G, Abe A, Jin K, Higaki Y, Kawashima M, Hidano A:** Decreased level of ceramides in stratum corneum of atopic dermatitis: an etiologic factor in atopic dry skin? *J Invest Dermatol* 1991; 96:523-6
- 26) **Murata Y, Ogata J, Higaki Y, Kawashima M, Yada Y, Higuchi K, Tsuchiya T, Kawainami S, Imokawa G:** Abnormal expression of sphingomyelin acylase in atopic dermatitis: an etiologic factor for ceramide deficiency? *J Invest Dermatol* 1996; 106:1242-1249
- 27) **Bleck O, Abeck D, Ring J, Hoppe U, Vietzke JP, Wolber R, Brandt O, Schreiner V:** Two ceramide subfractions detectable in Cer(AS) position by HPTLC in skin surface lipids of non-lesional skin of atopic eczema. *J Invest Dermatol* 1999; 113:894-900
- 28) **Werner Y, Lindberg M.** Transepidermal water loss in dry and clinically normal skin in patients with atopic dermatitis. *Acta Derm Venereol* 1985 65:102-5
- 29) **Abeck D, Strom K.** Optimal management for atopic dermatitis. *Am J Clin Dermatol* 2000 1: 41-46
- 30) **Lever R, Hadley K, Downey D, Mackie R.** Staphylococcal colonization in atopic dermatitis and the effect of topical mupiricin therapy. *Br J Dermatol* 1988 119:189-98
- 31) **Korting HC, Zienicke H, Braun-Falco O, Bork K, Milbradt R, Nolting S, Schöpf E, Tronnier H.** Modern topical glucocorticoids and anti-infectives for superinfected atopic eczema: do prednicarbate and didecyldimethylammoniumchloride form a rational combination? *Infection* 1994 22:390-93
- 32) **Hollinger MA.** Toxicological aspects of topical silver pharmaceuticals. *Crit Rev Toxicol* 1996 26: 255-60

**Legende:****Abbildung 1:**

Beispiel der verwendeten Ellenbogenstulpen: silberbeschichtete Textilien (rechte Armbeuge) und Baumwollstulpen (linke Armbeuge) bei Patienten mit atopischem Ekzem.

**Abbildung 2:**

Bakteriendichte von *S.aureus* an erkrankten Stellen auf der Seite mit silberbeschichtetem Textil (rechte Beuge) zu verschiedenen zeitpunkten der Evaluation: Tage 0, 2, 7 und 14. Die Ergebnisse der *S.aureus*-Kolonisation sind in CFU/cm<sup>2</sup> angegeben.

**Abbildung 3:**

Bakteriendichte von *S.aureus* an erkrankten Stellen auf der Seite mit Baumwollstulpen (linke Beuge) zu verschiedenen Zeitpunkten der Evaluation: Tage 0, 2, 7 und 14. Die Ergebnisse der *S.aureus*-Kolonisation sind in CFU/cm<sup>2</sup> angegeben.

**Abbildung 4:**

Unterschiede in der Bakteriendichte zwischen den erkrankten Seiten mit silberbeschichtetem Textil und den erkrankten Seiten mit Baumwollstulpen bei Patienten mit atopischem Ekzem während des Versuchszeitraumes (Tag 0 geg. Tagen 2, 7 und 14), angegeben in CFU/cm<sup>2</sup>.

Hochsignifikante Abnahme der Werte von *S.aureus* an den Tagen 2, 7 und 14 auf der Seite mit silberbeschichtetem Textil (rechte Beuge) (\*\*p<0,01) im Vergleich zur Baseline (Tag 0). Auf der Seite mit Baumwolltextil konnte keine signifikante Abnahme festgestellt werden.

○, ~~×~~ Extremwerte jenseits statistischer Analyse

**Abbildung 5:**

Der klinische Ausprägungsgrad des Ekzems an erkrankten Stellen auf der Seite mit silberbeschichtetem Textil (rechte Beuge) zu verschiedenen Zeitpunkten der Evaluation: Tage 0, 2, 7 und 14.

Die Ergebnisse der 15 Patienten sind als lokale SCORAD-Werte wiedergegeben.

**Abbildung 6:**

Der klinische Ausprägungsgrad des Ekzems an erkrankten Stellen auf der Seite mit Baumwolltextil (linke Beuge) zu verschiedenen Zeitpunkten der Evaluation: Tage 0, 2, 7 und 14.

Die Ergebnisse der 15 Patienten sind als lokale SCORAD-Werte wiedergegeben.

**Abbildung 7:**

Der klinische Hautbefund zeigt einen Unterschied in seiner Ausprägung an erkrankten Stellen mit silberbeschichtetem Textil (rechte Beuge) und erkrankten Stellen mit Baumwolltextil (linke Beuge) bei Patienten mit atopischem Ekzem zu verschiedenen Zeitpunkten der Evaluation: Tage 0, 2, 7 und 14 im Vergleich zur Baseline (Tag 0).

Eine hochsignifikante Abnahme der SCORAD- Werte konnte an den Tagen 2, 7 und 14 auf der Seite mit silberbeschichtetem Textil (rechte Beuge) im Vergleich zur Baseline (Tag 0) festgestellt werden (\*\* $p < 0,01$ ). Keine signifikante Abnahme des lokalen SCORAD erfolgte auf der Seite mit Baumwolltextil.

Der klinische Ausprägungsgrad des Ekzems wird bei den 15 Patienten als lokaler SCORAD-Wert wiedergegeben.

○, ~~✗~~ Extremwerte jenseits statistischer Analyse

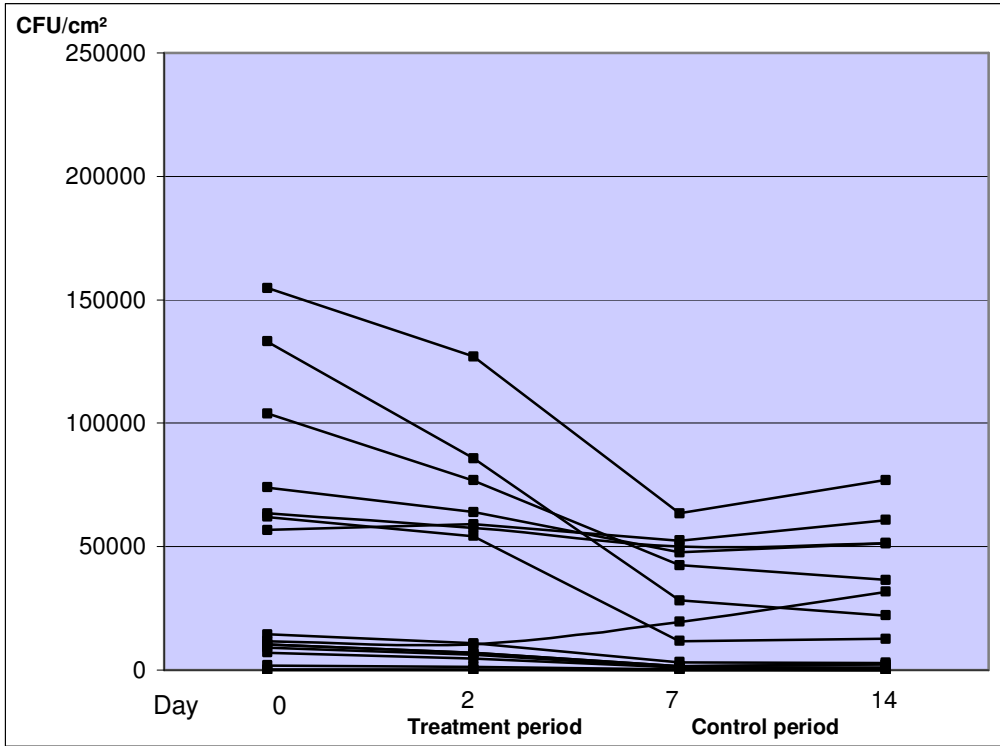


Figure 2

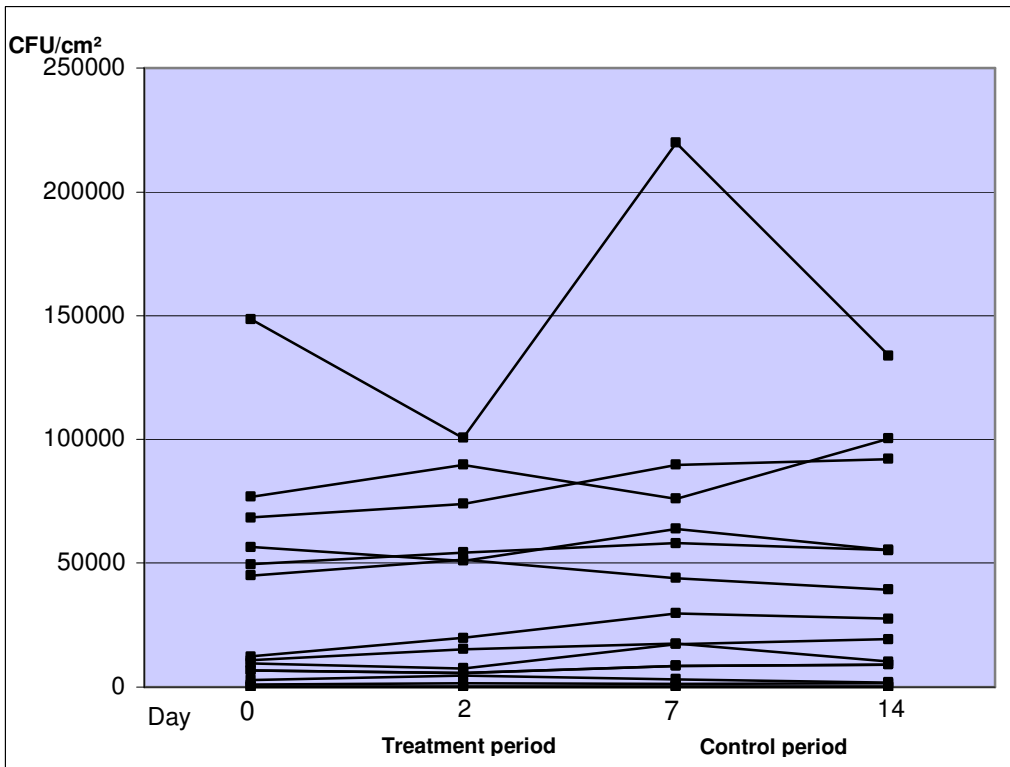


Figure 3

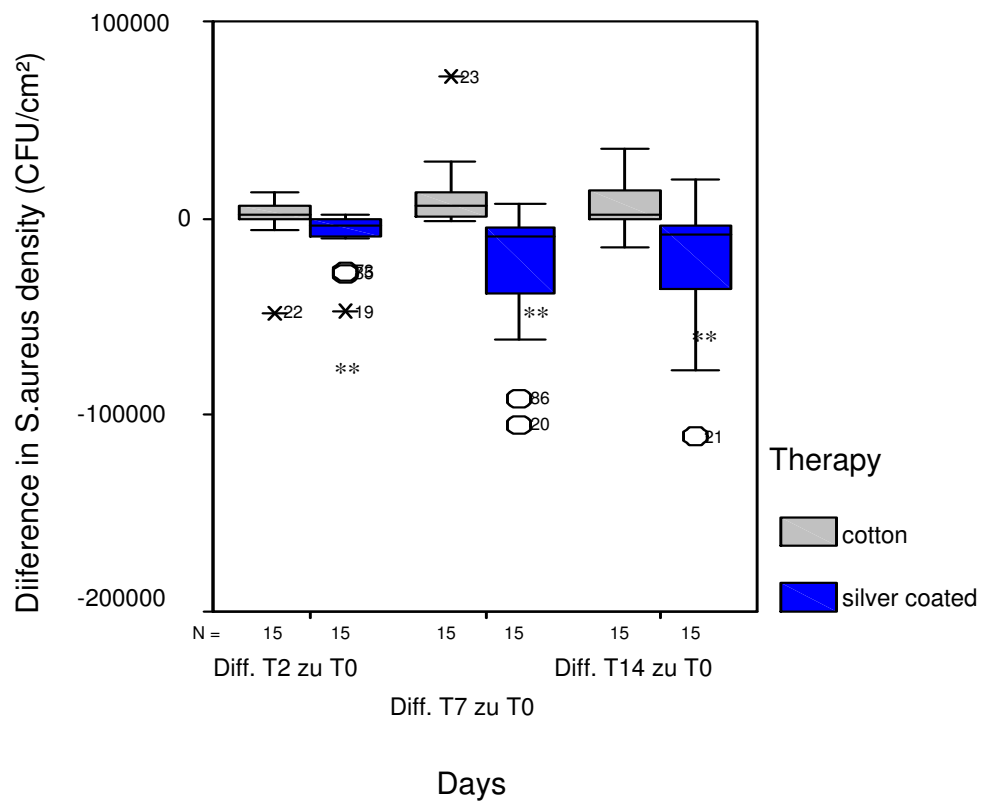


Figure 4

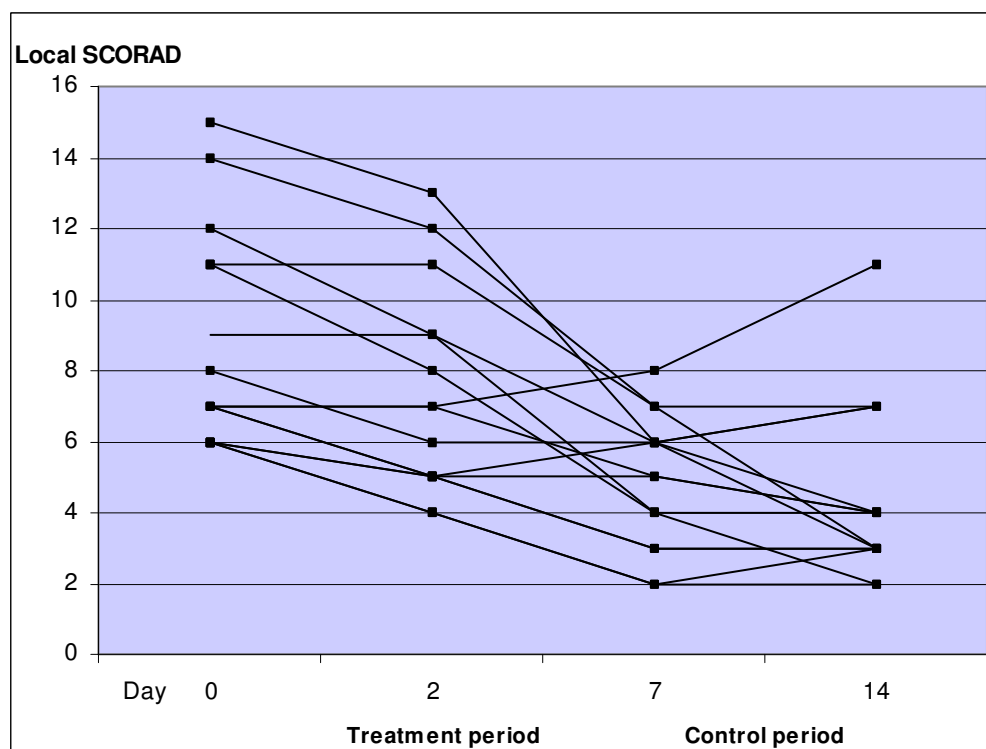


Figure 5

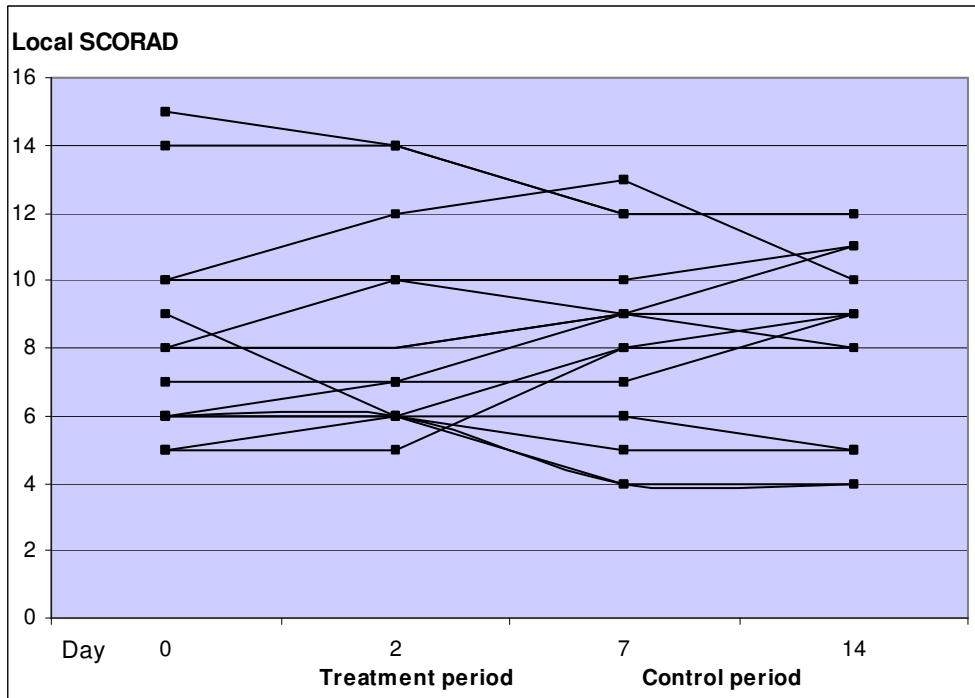


Figure 6

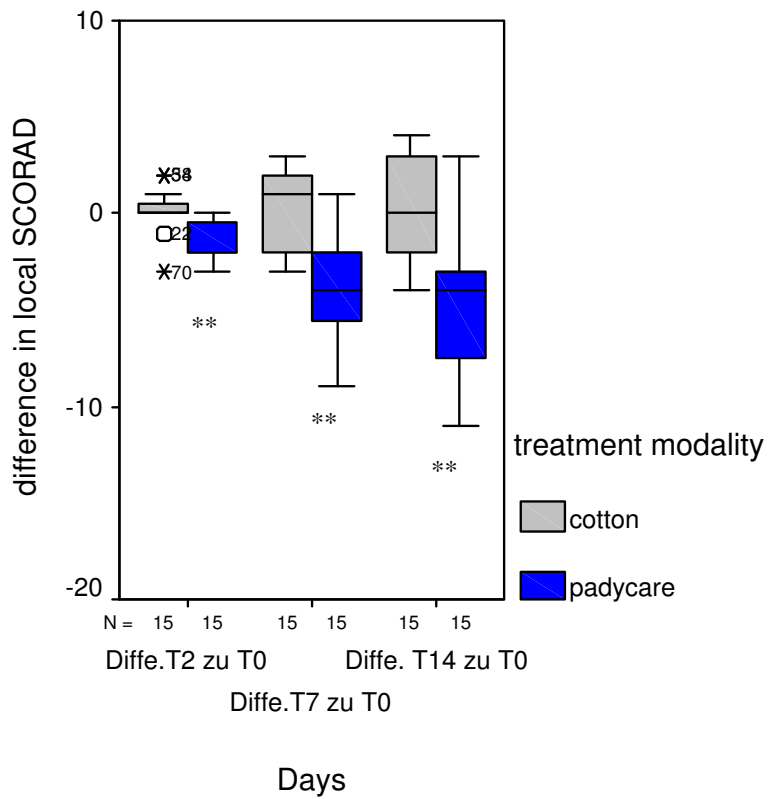


Figure 7