

# sofw Journal

Home & Personal Care Ingredients & Formulations

150  
YEARS  
SINCE 1874

powered by **SOFW**



## Visualisierung der Hautfeuchtigkeit nach häufiger Händedesinfektion mittels Capacitive Contact Imaging

T. Sadowski, C. Müller, N. Nowak, H. Niesalla, H. Gerdes

(teilweise vorgestellt auf der 7. ICPIC-Konferenz, Genf, Schweiz, 12. bis 15. September 2023)



## Visualisierung der Hautfeuchtigkeit nach häufiger Händedesinfektion mittels Capacitive Contact Imaging

T. Sadowski, C. Müller, N. Nowak, H. Niesalla, H. Gerdes

(teilweise vorgestellt auf der 7. ICPIK-Konferenz, Genf, Schweiz, 12. bis 15. September 2023)

DUSSIDLL

Händehygiene ist im Gesundheitswesen entscheidend für die Infektionsprävention. Allerdings wird die indikationsgerechte Einhaltung der Händehygiene (Compliance) oft durch eine Reihe von Faktoren behindert, einschließlich Unverträglichkeiten wie irritativer Kontaktdermatitis. Eine Visualisierung der Vorteile hautfreundlicher Hände-Desinfektionsmittel für den Hautzustand könnte die Händehygiene-Compliance positiv beeinflussen.

Ziel dieser Studie war es, die Haut befeuchtende Wirkung eines Hände-Desinfektionsmittels mit umfassendem Hautpflegekomplex zu untersuchen. Dabei wurde ein kapazitives Bildgebungsverfahren (Capacitive Contact Imaging [CCI]) als Methode zur Messung und Visualisierung der Hautfeuchtigkeit im Vergleich zur herkömmlichen Corneometrie eingesetzt. Zusätzlich zu etablierten Parametern wie pH-Wert, transepidermaler Wasserverlust (TEWL) und dermatologische Bewertungen wurden die Auswirkungen einer zweiwöchigen Anwendung eines Hände-Desinfektionsschaums auf den Hautzustand untersucht.

Die regelmäßige tägliche Anwendung des Produktes führte zu einer Verbesserung der Hautfeuchtigkeit, ohne dass Unverträglichkeiten auftraten. Die mittels CCI und Corneometrie erzielten Ergebnisse waren durchweg vergleichbar und zeigten eine signifikant erhöhte Hautfeuchtigkeit nach dem zweiwöchigen Anwendungszeitraum. CCI visualisierte die erhöhte Hautfeuchtigkeit und zeigt damit das Potenzial für den Einsatz als zusätzliche Methode zur Bewertung und zum Nachweis der Auswirkungen von Hände-Hygieneprodukten auf die Hautgesundheit.

### Einführung

Händehygiene (HH) wird allgemein als die wirksamste Methode zur Vermeidung der Ausbreitung von Infektionen im Zusammenhang mit der Gesundheitsversorgung angesehen. Die Händehygiene-Compliance (HHC), d. h. die indikationsgerechte und korrekte Durchführung der Händehygiene, ist jedoch häufig unzureichend. So zeigte ein Review zur Händehygiene in Notaufnahmen aus dem Jahr 2019, dass nur in 33 % der einbezogenen Studien eine HHC von über 50 % erreicht wurde [1]. Selbst auf neonatologischen Intensivstationen, wo die HHC oft am höchsten ist, ergab eine systematische Übersichtsarbeit eine durchschnittliche Compliance-Rate von nur 67,6 % [2].

Bei Interventionen zur Verbesserung der HHC wird häufig versucht, Hindernisse für die Händehygiene zu beseitigen, z. B. durch die Einführung von Standardarbeitsanweisungen [3,4] oder die Erhöhung der Zahl der Desinfektionsmittelpender. Eines der von den Beschäftigten im Gesundheitswesen genannten Hindernisse ist das Auftreten von irritativen Kontaktekzemen. Diese werden in erster Linie mit Risikofaktoren wie Feuchtarbeit, häufigem Kontakt mit hautreizenden Stoffen, häufigem Händewaschen mit Seife oder Waschlotionen und längerem Tragen von Schutzhandschuhen in Verbindung gebracht. Infolgedessen werden Hautprobleme wie trockene Haut oder Handekzeme bei Beschäftigten im Gesundheitswesen seit langem beschrieben. Ein Problem, das sich während der COVID-19-Pandemie noch gehäuft hat [5]. Da geschädigte und rissige Haut nicht nur schwerer zu desinfizieren ist, sondern auch leichter von

Mikroorganismen besiedelt wird [6], sollte der Hautgesundheit im Gesundheitswesen eine hohe Priorität eingeräumt werden, um eine erfolgreiche Händehygiene zu gewährleisten. Studien zur Prävention von berufsbedingten Handekzemen im Gesundheitswesen haben gezeigt, dass Maßnahmen wie die Aufklärung über die Risiken übermäßigen Händewaschens und die Vorteile der Händedesinfektion im Vergleich zum Händewaschen zusammen mit der Verteilung geeigneter (hautfreundlicher) Produkte wirksam zur Vorbeugung berufsbedingter Handekzeme beitragen können [7,8]. Ähnlich wie das Händehygieneverhalten ist jedoch auch die Hautpflege der Mitarbeitenden des Gesundheitswesens oft unzureichend [9].

Studien, die darauf abzielen, das Verhalten von Beschäftigten im Gesundheitswesen zu verbessern, insbesondere solche zur Einhaltung der HHC, zeigen, dass der Selbstschutz häufig der motivierendste Faktor ist, der zu einer besseren Einhaltung der Händehygiene nach Kontakt mit Körperflüssigkeiten oder nach Patientenkontakt führt [3,10]. Daher ist es wichtig, den Beschäftigten im Gesundheitswesen die Wirksamkeit gegen Krankheitserreger und die Vorteile einer hautfreundlichen Händedesinfektion und Hautpflege anschaulich zu vermitteln. Das Modell der „5 Momente der Händehygiene“, vorgeschlagen von Sax *et al.* 2005 [11], kombiniert Visualisierung und Text, um die korrekte Händehygiene in den fünf Momenten, in denen eine Übertragung von Krankheitserregern stattfinden kann, zu konzeptualisieren. Seit seiner Veröffentlichung wurde es in zahlreichen Studien und Interventionen weltweit erfolgreich eingesetzt, um die Händehygiene-Compliance zu verbessern. Es wurde zudem

in internationale Leitlinien zur Händehygiene aufgenommen [12,13], einschließlich der WHO-Leitlinie zur Händehygiene im Gesundheitswesen [14]. Eine gängige Praxis bei Händehygiene-Schulungen von Beschäftigten des Gesundheitswesens ist die Visualisierung der Hautbenetzung. Dadurch wird verdeutlicht, wie wichtig die korrekte Verwendung einer ausreichenden Menge von Hände-Desinfektionsmitteln ist [15-17].

In dieser Studie wurde die feuchtigkeitsspendende Wirkung eines Hände-Desinfektionsmittels mit einem Hautpflegekomplex untersucht. Zusätzlich zur konventionellen Corneometrie wurde das Capacitive Contact Imaging (CCI) zur Bewertung und Visualisierung der Hautfeuchtigkeit eingesetzt, um die Vorteile der Händedesinfektion hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Hautzustand aufzuzeigen. Des Weiteren wurden etablierte Parameter (pH-Wert, TEWL, objektive und subjektive dermatologische Beurteilung) in die Untersuchung einbezogen, um die Auswirkungen einer zweiwöchigen Anwendung eines Hände-Desinfektionsmittels auf den Hautzustand zu untersuchen.

## Methoden

Es handelte sich um eine offene, randomisierte, zweiwöchige explorative Untersuchung. Die Studie wurde gemäß den Anforderungen der Deklaration von Helsinki und den Grundsätzen der Guten Klinischen Praxis (*good clinical practice*, GCP) durchgeführt, wobei die Probanden nach Aufklärung ihre schriftliche Einwilligung zur Teilnahme gaben. Das IRB des Prüfinstituts erteilte die Genehmigung für das Protokoll, die Protokolländerung(en) und die Einverständniserklärung der Probanden.

**Produkt:** Bei dem Testprodukt handelt es sich um eine Neuentwicklung eines alkoholischen Hände-Desinfektionsschaums zur topischen Anwendung (Sterillium® foam extra care, BODE Chemie GmbH, ein Unternehmen der HARTMANN GRUPPE).

**Probanden und Studiendesign:** Es wurden 24 Probanden (60 % Frauen und 40 % Männer) im Alter von  $55,7 \pm 9,4$  Jahren (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung) rekrutiert. eingeschlossen wurden Probanden, die die Ausschluss- und Einschlusskriterien erfüllten, mit gesunder oder ungesunder Haut (mindestens 30 % mit atopischer Veranlagung und/oder einer Vorgeschichte von Kontaktallergien und/oder selbst wahrgenommener empfindlicher Haut und/oder Rosazea) an den Händen und Unterarmen.

**Produktnutzung:** Das Prüfprodukt wurde, wie in **Tabelle 1** und **Abbildung 1** gezeigt, 20-mal täglich zu Hause auf beide Hände und einen volaren Unterarm aufgetragen. An den Tagen 1 (Ausgangswert), 15 und 16 wurden der pH-Wert der Haut, die Hautfeuchtigkeit (Corneometrie), der TEWL und die Hautfeuchtigkeit über CCI gemessen. Alle instrumentellen Messungen fanden in einem klimatisierten Raum bei einer Temperatur von  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  und einer relativen Luftfeuchtigkeit von  $50 \pm 7,5\%$  statt. Vor den Messungen wurden die Probanden mindestens 30 Minuten lang akklimatisiert.

**Capacitive Contact Imaging (CCI):** Die CCI-Messungen wurden mit einem Epsilon E100 (Biox Systems Ltd, London, UK) durchgeführt. Epsilon misst die Hautfeuchtigkeit durch visuelle kapazitive Kontaktbildgebung (Capacitive Contact Imaging) [18]. Der Sensorkopf besteht aus einer Matrix von einzelnen Kapazitätssensoren. Das Messprinzip basiert auf den Kapazitätsänderungen der einzelnen Sensoren. Zwischen den Leitern wird ein elektrisches Feld aufgebaut. Die Elektronik und die Signalverarbeitungsalgorithmen bilden die nichtlinearen Signale des Sensors auf einer kalibrierten Skala zur Messung der Hydratation ab. Die Kapazitätsdaten aller Sensoren werden in Pixel-Helligkeit umgerechnet und zu einem Bild von  $12,8 \times 15$  mm zusammengesetzt. Pro Testbereich (nur Unterarm) wurde zu jedem Messzeitpunkt ein Bild aufgenommen.

**Messung der Hautfeuchtigkeit:** Die Messung der Hydratation des *Stratum corneum* erfolgte mittels elektrischer Kapazität unter Verwendung eines Corneometers CM825 (Courage & Khazaka, Köln, Deutschland), wobei die Dielektrizität der oberen Hautschicht gemessen wird. Da die Dielektrizität in Abhängigkeit vom Wassergehalt der Haut variiert, können Änderungen der Hydratation des *Stratum corneum* gemessen werden. Pro Testbereich (nur Unterarm) wurden zu jedem Messzeitpunkt 5 Messungen durchgeführt.

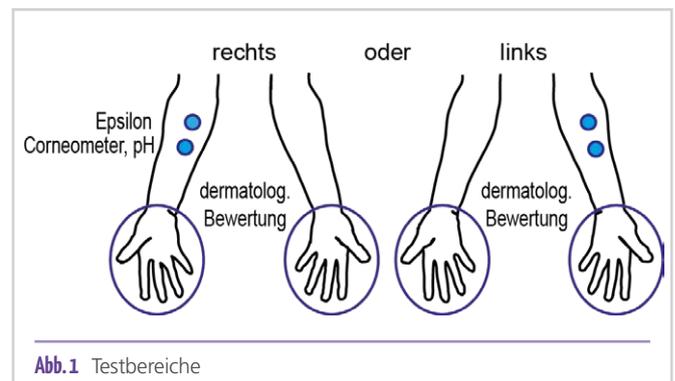


Abb. 1 Testbereiche

	Tag 1 (Ausgangswert)	Tag 2 bis 14	Tag 15	Tag 16
<b>Dermatologische Bewertung</b> (durch einen Arzt und die Probanden)	X		X	
pH-Meter			X <sup>1</sup>	X <sup>2</sup>
Corneometer	X		X <sup>1</sup>	X <sup>2</sup>
TEWL	X		X <sup>1</sup>	X <sup>2</sup>
Epsilon (CCI)	X		X <sup>1</sup>	X <sup>2</sup>
<b>Anwendung des Testprodukts</b> (von den Probanden am Studienort)	X		X	
<b>Anwendung des Testprodukts</b> (von den Probanden zu Hause)	X	X		

**Tabelle 1:** Überblick über die durchgeführten Tests. Die mit <sup>1</sup> gekennzeichneten Tests wurden 30 Minuten und 3 Stunden nach der letzten Anwendung durchgeführt, die mit <sup>2</sup> gekennzeichneten Tests wurden 24 Stunden nach der letzten Anwendung durchgeführt.

**pH-Wert der Haut:** Der Haut-pH-Wert wurde mit einem Haut-pH-Meter, 900 PC, (Courage & Khazaka, Köln, Deutschland) bestimmt. Die Kontaktfläche einer speziellen benetzten Glaselektrode wurde auf den Messbereich der Haut aufgesetzt. Es wurden zu jedem Bewertungszeitpunkt 2 Messungen pro Testbereich (nur Unterarm) durchgeführt.

**Transepidermaler Wasserverlust:** TEWL-Messungen wurden mit einem Tewameter® TM 300 (Courage & Khazaka, Köln, Deutschland) durchgeführt. Die Sonde wurde bei jeder Messung 30 Sekunden lang in Position gehalten. Die Werte der letzten 10 Sekunden (= 10 Werte) wurden als tatsächlicher Messwert gemittelt, wobei zu jedem Messzeitpunkt eine Messung pro Testbereich (nur Unterarm) durchgeführt wurde.

**Bewertung der Verträglichkeit:** Die Verträglichkeit des Schaums an den Händen (nicht am Unterarm) wurde jeweils am 1. und 15. Tag von einem Arzt sowie anhand eines Probandenfragebogens nach zweiwöchiger Anwendung beurteilt. Die objektive visuelle Bewertung des Hautzustands an beiden Händen auf Erythem, Trockenheit, Schuppung, Fissuren, Papeln, Pusteln, Ödeme, Bläschen und Nässen wurde nach folgender Skala von einem Arzt durchgeführt: 0 = keine; 0,5 = sehr gering; 1 = leicht; 2 = mäßig; 3 = stark. Am 15. Tag füllten die Probanden einen Fragebogen aus, in dem sie ihre subjektive Einschätzung von Juckreiz, Brennen, Spannung, Kribbeln und Trockenheitsgefühl nach folgender Skala abgaben: 0 = keine; 0,5 = sehr gering; 1 = leicht; 2 = mäßig; 3 = stark.

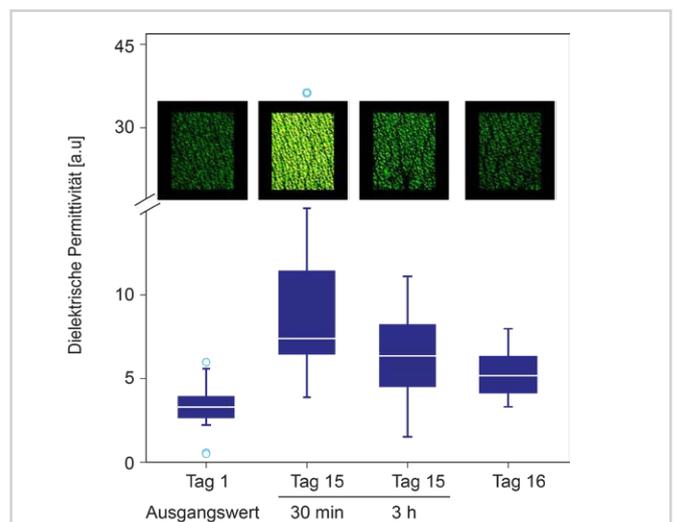
**Unerwünschte Ereignisse:** Alle unerwünschten Ereignisse wurden nach den Grundsätzen von ICH GCP erfasst.

**Statistik:** Für die statistische Analyse wurde ein Signifikanzniveau von 0,05 (Alpha) gewählt. Aufgrund des explorativen Charakters der Studie wurde keine Anpassung für die Multiplizität vorgenommen. Für die Bewertungen der Hautverträglichkeit wurden deskriptive Statistiken (n, Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minimum und Maximum) für die Rohdaten jedes Parameters und die Bewertungszeit berechnet. Für die instrumentellen Messungen wurde ein paarweiser Vergleich der Beurteilungszeiten mittels eines gepaarten t-Tests für die Rohdaten jedes Parameters durchgeführt. Die Berechnung der statistischen Daten erfolgte mit handelsüblicher Statistiksoftware (SAS für Windows).

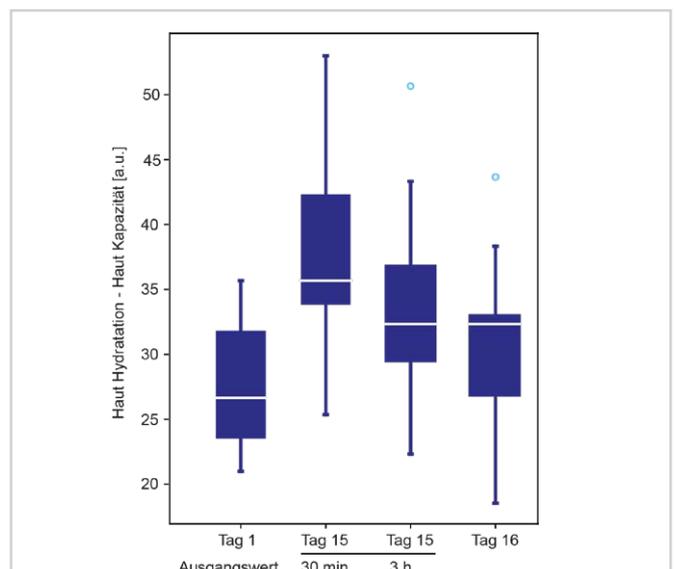
## Ergebnisse

**Probanden:** Von den 24 rekrutierten Probanden schieden 3 aus, und bei einem Probanden wurden die Daten wegen einer Protokollabweichung ausgeschlossen. Von den analysierten Probanden hatten 25 % nach eigener Einschätzung empfindliche Haut, 10 % hatten eine Allergie vom Typ IV und 5 % eine Atopie. Im Verlauf der Studie traten keine unerwünschten Ereignisse auf.

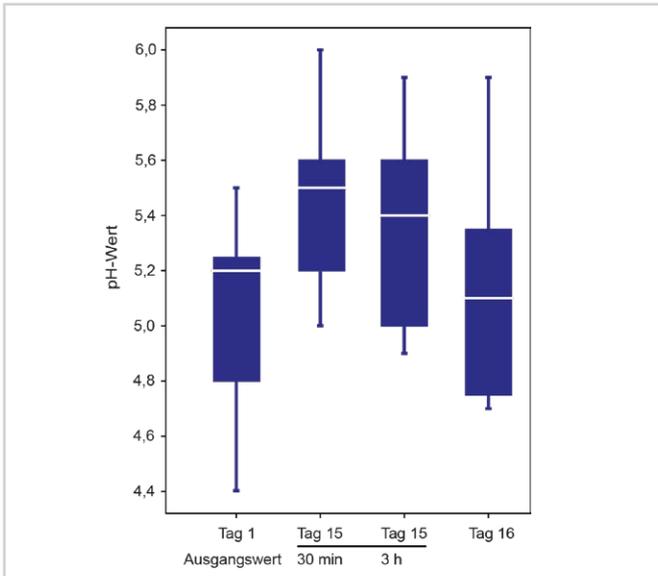
**Capacitive Contact Imaging (CCI):** Zur Bewertung und Visualisierung der Hautfeuchtigkeitskapazität im Vergleich zur konventionellen Corneometrie wurde die visuelle Hautfeuchtigkeit mittels CCI ermittelt. Daten, die einen Anstieg der dielektrischen Permittivität zeigen, deuten auf eine erhöhte Hautfeuchtigkeit hin. Im Vergleich zum Ausgangswert wurde an Tag 15 (30 Minuten nach der letzten Anwendung) ein signifikanter, dreifacher Anstieg der Hautfeuchtigkeit festgestellt, der sich am Tag 15 (3 Stunden nach der letzten Anwendung) auf das Zweifache des Ausgangswertes (Tag 1) reduzierte und bis zu Tag 16 relativ stabil blieb (**Abbildung 2**). Darüber hinaus verdeutlichten die CCI-Bilder den Hydratationseffekt (**Abbildung 1**) vom Ausgangswert (Tag 1) bis zu Tag 16. Obwohl der Grad der Hydratation nach der letzten Anwendung (Tag 15, 30 Minuten) abnahm, blieb er im Vergleich zu Tag 1 erhöht.



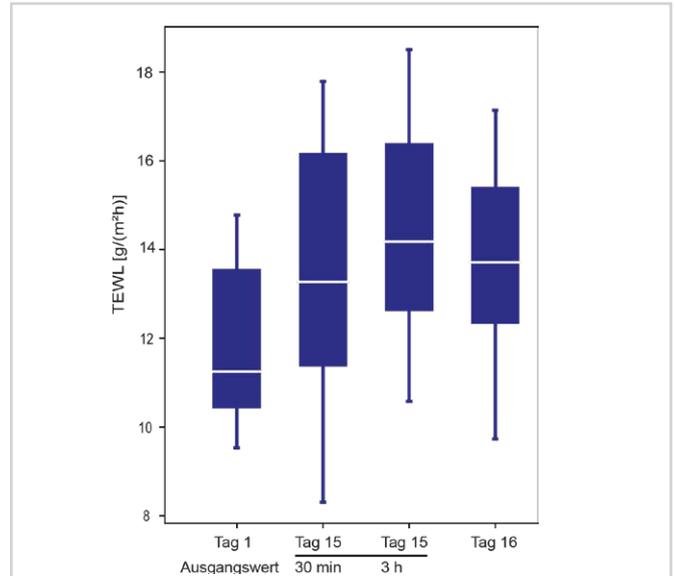
**Abb. 2** Ergebnisse des Capacitive Contact Imaging (CCI). Boxplots mit Medianwerten und Fehlerindikatoren mit 5.-95. Perzentil und Ausreißern. Oberhalb des Boxplots sind beispielhaft die CCI-Bilder eines Probanden im Verlauf der Studie dargestellt.



**Abb. 3** Ergebnisse der Corneometrie. Grafische Darstellung von Boxplots mit Medianwerten und Fehlerindikatoren mit 5-95 Perzentilen und Ausreißern.



**Abb. 4** Ergebnisse für den pH-Wert während der Studie. Die Grafik zeigt Boxplots mit Medianwerten und Fehlerindikatoren mit 5-95 Perzentilen.



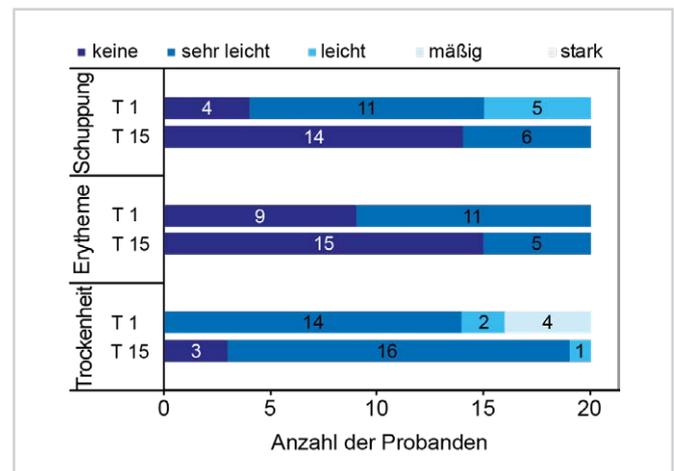
**Abb. 5** Ergebnisse für den transepidermalen Wasserverlust (TEWL) während der Studie. Die Grafik zeigt Boxplots mit Medianwerten und Fehlerindikatoren mit 5-95 Perzentilen.

**Messung der Hautfeuchtigkeit mittels Corneometrie:** Im Vergleich zum Ausgangswert wurden zu allen Nach-Anwendungszeitpunkten signifikant höhere Wasserbindungskapazitätswerte (Hydratation) erreicht. Die Hautfeuchtigkeit stieg im Vergleich zu Tag 1 (Ausgangswert). Die Hydratationswerte (Tag 15 und 16) blieben stabil und lagen leicht über oder gleich dem Wert von Tag 1 (**Abbildung 3**).

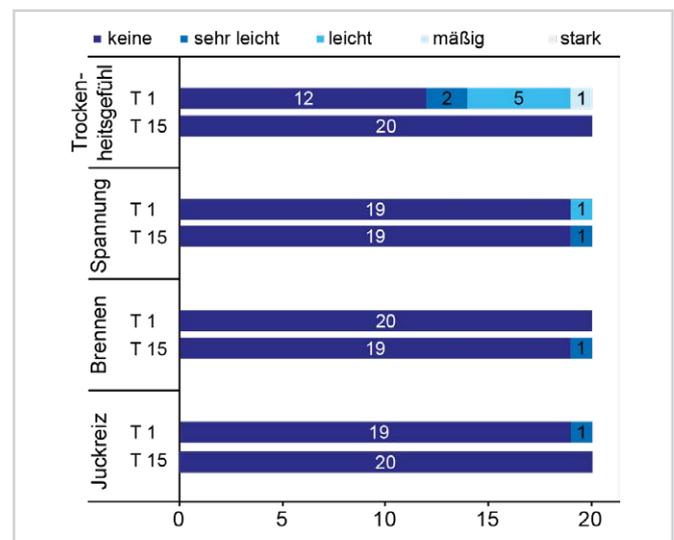
**pH-Wert der Haut:** Im Allgemeinen blieben die pH-Werte der Haut während des zweiwöchigen Studienzeitraums stabil. An Tag 15, sowohl 30 Minuten als auch 3 Stunden nach der Behandlung, wurden im Vergleich zum Ausgangswert (Tag 1) leicht erhöhte pH-Werte festgestellt. Die pH-Werte sanken und lagen am Tag 16 wieder im normalen Bereich (**Abbildung 4**).

**Transepidermaler Wasserverlust:** Alle TEWL-Werte lagen innerhalb des physiologischen Bereichs. Wie erwartet, wurden im Vergleich zum Ausgangswert (Tag 1) an Tag 15 höhere TEWL-Werte gemessen, die jedoch an Tag 16 wieder abnahmen (**Abbildung 5**).

**Objektive dermatologische Bewertung:** Die Ergebnisse der dermatologischen Beurteilung nach zweiwöchiger Anwendung des Produkts (**Abbildung 6**) zeigten einen Rückgang der Anzahl der Befunde für alle diagnostizierten Parameter: An Tag 1 (Ausgangswert) wurden bei 11 Personen sehr leichte Erytheme festgestellt, an Tag 15 waren es nur noch 5 Personen. Hauttrockenheit (sehr leicht bis mäßig) wurde bei allen Probanden an Tag 1 (Ausgangswert) festgestellt. Die Zahl reduzierte sich auf 17 Probanden (sehr leicht bis leicht) an Tag 15. An Tag 1 (Ausgangswert) wurde bei 16 Probanden Schuppung festgestellt (sehr leicht bis leicht), am 15. Tag nur noch bei 6 Probanden (sehr leicht). Keiner der Probanden wies an Tag 1 (Ausgangswert) und Tag 15 Risse, Papeln, Pusteln, Ödeme, Bläschen oder Nässen auf.



**Abb. 6** Objektive dermatologische Beurteilung



**Abb. 7** Subjektive dermatologische Bewertung

**Subjektive dermatologische Bewertung:** Bei der Selbsteinschätzung der Probanden (**Abbildung 7**) wurden die folgenden Hautempfindungen erfasst: An Tag 1 (Ausgangswert) berichtete eine Testperson über einen sehr leichten Juckreiz, der an Tag 15 verschwunden war. Eine Testperson gab ein sehr leichtes Brennen an 15. Tag an, während keine Testperson dieses Gefühl am 1. Tag (Ausgangswert) registrierte. Ein Spannungsgefühl wurde von einer Testperson an Tag 1 und an Tag 15 gemeldet. Insgesamt 8 Probanden berichteten über Hauttrockenheit (sehr leicht bis mäßig) zu Beginn der Studie, die am 15. Tag verschwunden war.

## Diskussion und Schlussfolgerungen

Ziel dieser explorativen Studie war es, CCI als neue Methode zur Bewertung und Darstellung der Hautfeuchtigkeit im Vergleich zur herkömmlichen Corneometrie zu bewerten. Eine Visualisierung des Anstiegs der Hautfeuchtigkeit könnte ein nützlicher Motivator für Mitarbeitende im Gesundheitswesen sein, Hygienemaßnahmen wie die Händedesinfektion einzuhalten, wenn die Hautverträglichkeit überzeugend dargestellt wird.

Die mittels CCI und Corneometrie gewonnenen Ergebnisse zur Hautfeuchtigkeit zeigen einen vergleichbaren Anstieg während der Anwendung des Hände-Desinfektionsmittels, der nach der letzten Anwendung langsam abnimmt. Die Daten beider Methoden über alle Beurteilungszeitpunkte hinweg lassen dieselben Schlussfolgerungen zur Hautfeuchtigkeit zu und bestätigen CCI als mögliche alternative Messmethode zur Corneometrie.

Die Ergebnisse der dermatologischen Bewertung ergänzen das Gesamtbild der umfassend positiven Auswirkungen der zweiwöchigen Anwendung des Hände-Desinfektionsmittels bei der Studienpopulation. Erhöhungen von pH-Wert und TEWL blieben, wenn auch statistisch signifikant, im physiologischen Bereich. Insgesamt konnte in dieser Studie für das untersuchte Hände-Desinfektionsmittel eine positive Wirkung auf die Haut nachgewiesen werden.

Aus den gesammelten Daten können drei Schlussfolgerungen gezogen werden. Erstens sind CCI- und Corneometriedaten durchweg vergleichbar. Zweitens zeigt die Studie für das getestete Hände-Desinfektionsmittel eine positive Wirkung auf die Haut und drittens visualisieren die CCI-Bilder die hautbefeuchtenden Eigenschaften des Hände-Desinfektionsschaums.

Eine Technologie wie CCI könnte nicht nur zur Demonstration der pflegenden Eigenschaften eingesetzt werden, sondern auch zur Visualisierung der Auswirkungen verschiedener Maßnahmen zur Händehygiene auf die Haut. Eine breitere Anwendung von CCI könnte dazu beitragen, die weit verbreitete Annahme, Händedesinfektion sei schädlicher als Händewaschen, zu widerlegen. Diese Annahme beruht häufig auf einem bren-

nenden Gefühl, das bei der Verwendung alkoholhaltiger Hände-Desinfektionsmittel auf bereits geschädigter Haut empfunden wird [19].

## Erklärung zu Interessenkonflikten

CM, HG, NN, HN sind Mitarbeiter der BODE Chemie GmbH, einem Unternehmen der HARTMANN GRUPPE (Hamburg, Deutschland). TS war während der gesamten Studie ein Angestellter der BODE Chemie GmbH.

## Erklärung zur Finanzierung

Diese Arbeit und die von einem unabhängigen Hautforschungsinstitut durchgeführten Versuche wurden von der BODE Chemie GmbH, einem Unternehmen der HARTMANN GRUPPE (Hamburg, Deutschland), finanziert.

## Referenzen:

- [1] Seo HJ, Sohng KY, Chang SO, Chaung SK, Won JS, Choi MJ. Interventions to improve hand hygiene compliance in emergency departments: a systematic review. *J Hosp Infect.* 2019; Aug;102(4):394-406. doi: 10.1016/j.jhin.2019.03.013. Epub 2019 Mar 30. PMID: 30935982.
- [2] Lambe KA, Lydon S, Madden C, Vellinga A, Hehir A, Walsh M, O'Connor P. Hand Hygiene Compliance in the ICU: A Systematic Review. *Crit Care Med.* 2019; Sep;47(9):1251-1257. doi: 10.1097/CCM.0000000000003868. PMID: 31219838.
- [3] Aghdassi SJS, Schroder C, Lemke E, Behnke M, Fliss PM, Plotzki C, Wenk J, Gastmeier P, & Kramer TS. A multimodal intervention to improve hand hygiene compliance in peripheral wards of a tertiary care university centre: a cluster randomised controlled trial. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2020; (1), 113. <https://doi.org/10.1186/s13756-020-00776-9>.
- [4] Scheithauer S, Kamerseder V, Petersen P, Brokmann JC, Lopez-Gonzalez LA, Mach C, Schulze-Röbbecke R, Lemmen SW. Improving hand hygiene compliance in the emergency department: getting to the point. *BMC Infect Dis.* 2013; Aug 7;13:367. doi: 10.1186/1471-2334-13-367. PMID: 23919402; PMCID: PMC3750281.
- [5] Reinholz M, Kendziora B, Frey S, Opiel EM, Ruëff F, Clanner-Engelshofen BM, Heppt MV, French LE, Wollenberg A. Increased prevalence of irritant hand eczema in health care workers in a dermatological clinic due to increased hygiene measures during the SARS-CoV-2 pandemic. *Eur J Dermatol.* 2021; Jun 1;31(3):392-395. doi: 10.1684/ejd.2021.4046. PMID: 34309523; PMCID: PMC8354833.
- [6] Robert Koch-Institut (RKI). Dichtung und Wahrheit – von Mythen, Irrtümern und Begleitumständen zur Händedesinfektion. *Epidemiologisches Bulletin.* 2019; 19: 157-161.
- [7] Moldovan HR, Manole I, Suru A, Butacu AI, Tatu AL, Lupu A, Dascalu M, Tiplica GS, Salavastru CM. Prevention of Hand Eczema among Nurse Apprentice (PREVE-DERM): An Interventional Study. *Ann Work Expo Health.* 2021; Mar 3;65(2):167-175. doi: 10.1093/annweh/wxaa122. PMID: 33559677.
- [8] Symanzik C, Stasielowicz L, Brans R, Skudlik C, John SM. Prevention of occupational hand eczema in healthcare workers during the COVID-19 pandemic: A controlled intervention study. *Contact Dermatitis.* 2022; Dec;87(6):500-510. doi: 10.1111/cod.14206. Epub 2022 Aug 30. PMID: 35989622; PMCID: PMC9538141.
- [9] Soltanipoor M. et al. Evaluating the effect of electronic monitoring and feedback on hand cream use in healthcare workers: Healthy Hands Project. *Contact Dermatitis.* 2018; 80 (1):26–34. <https://doi.org/10.1111/cod.13148>.
- [10] Kramer T. S., Bunte, K., Schroder, C., Behnke, M., Clausmeyer, J., Reichardt, C., Gastmeier, P., & Walter, J. No increase in compliance before aseptic procedures in German hospitals. A longitudinal study with data from the national surveillance system over four years. *J Hosp Infect.* 2020; <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.07.001>.
- [11] Sax, H., Allegranzi, B., Uckay, I., Larson, E., Boyce, J., & Pittet, D. 'My five moments for hand hygiene': a user-centred design approach to understand, train, monitor and report hand hygiene. *J Hosp Infect.* 2007; 67(1), 9-21. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2007.06.004>.
- [12] National Health and Medical Research Council (2019) Australian Guidelines for the Prevention and Control of Infection in Healthcare. Canberra: Commonwealth of Australia.
- [13] Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz.* 2016; 9:1189–1220.

- [14] World Health Organization. WHO guidelines on hand hygiene in health care. 2009. [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44102/9789241597906\\_eng.pdf](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44102/9789241597906_eng.pdf) (zuletzt abgerufen am 16.10.2023).
- [15] Vanyolos E, Peto K, Viszlai A, Miko I, Furka I, Nemeth N, Orosi P (2015) Usage of ultraviolet test method monitoring the efficacy of surgical hand rub technique among medical students. *J Surg Educ.* 2015; May-Jun; 72(3):530-535. doi: 10.1016/j.jsurg.2014.12.002.
- [16] Dray S, Lehingue S, Valera S, Nouguier P, Bousen MS, Daviet F, Bastian D, Pilarczik E, Jousset I, Le Floch S, Grech G, Leonetti G, Papazian L, Cassier N, Forel JM. Using an ultraviolet cabinet improves compliance with the World Health Organization's hand hygiene recommendations by undergraduate medical students: a randomized controlled trial. *Antimicrob Resist Infect Control.* 2020; 9:147 <https://doi.org/10.1186/s13756-020-00808-4>.
- [17] Bolcato V, Della Cuna FSR, Fassina G, Odone A, Gervasio L, Bosone D, Blandi L. Preventing Healthcare-Associated Infections: Hand Disinfection Monitoring Using an Automated System in an Italian Neurological Hospital. *Healthcare (Basel)* 2023; Nov 22;11(23):3018. doi: 10.3390/healthcare11233018.
- [18] Zhang X, Bontozoglou C, Chirikhina E, Lane ME, Xiao P. Capacitive Imaging for Skin Characterizations and Solvent Penetration Measurements. *Cosmetics.* 2018; 5(3):52. <https://doi.org/10.3390/cosmetics5030052>.
- [19] Stutz N, Becker D, Jappe U, John SM, Ladwig A, Spornraft-Ragaller P, Uter W, Löffler H. Nurses' perceptions of the benefits and adverse effects of hand disinfection: alcohol-based hand rubs vs. hygienic handwashing: a multicentre questionnaire study with additional patch testing by the German Contact Dermatitis Research Group. *Br J Dermatol.* 2009; Mar;160(3):565-72. doi: 10.1111/j.1365-2133.2008.08951.x. Epub 2008.

## Autoren

Dr Tomasz Sadowski <sup>1</sup>, Dr Clarissa Müller <sup>2</sup>, Dr Nicolas Nowak <sup>1</sup>,  
Dr Heide Niesalla <sup>2</sup>, Dr Herta Gerdes <sup>1</sup>

BODE Chemie GmbH, ein Unternehmen der HARTMANN GRUPPE

HARTMANN SCIENCE CENTER, BODE Chemie GmbH,  
ein Unternehmen der HARTMANN GRUPPE,

BODE Chemie GmbH  
Melanchthonstraße 27 | 22525 Hamburg | Deutschland

korrespondierender Autor: Dr Clarissa Müller