

Aus der Abteilung für Kinderzahnmedizin
Medizinische Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Untersuchung zur Auswirkung von
Waschmittelrückständen auf das
atopische Ekzem**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von:

Marco Bochmann
aus Bad Schlema

Gutachter/in: 1 Prof. Dr. med. B. Niggemann
 2 Prof. Dr. med. M. Worm
 3 Prof. Dr. Z. Szepfalusi

Datum der Promotion: 01.02.2013

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zielsetzung	1
2. Grundlagen.....	3
2.1 Medizinische Grundlagen	3
2.1.1 Anatomie und Funktion der Haut.....	3
2.1.2 Atopische Dermatitis.....	4
2.2 Chemische und technische Grundlagen	11
2.2.1 Waschmittel	11
2.2.2 Waschmaschine.....	17
2.2.3 Gesetzliche Regelungen.....	21
2.2.4 Reizfaktor „Wäsche“	21
3. Material und Methode.....	25
3.1 Hypothesen.....	25
3.1.1 Haupthypothese.....	25
3.1.2 Sekundärhypothese	25
3.2 Versuchsbeschreibung	25
3.3 Art des Projekts.....	26
3.4 Ethikkommission	26
3.4.1 Probandenaufklärung	26
3.5 Blindung.....	27
3.6 Ein- und Ausschlusskriterien	27
3.7 Modifizierter SCORAD	27
3.8 Klinische Untersuchung.....	29
3.8.1 Epikutantest.....	29
3.8.2 Durchführung.....	29
3.8.3 Fotografische Dokumentation.....	31

3.9	Waschablauf.....	32
3.9.1	Waschmittel.....	32
3.9.2	Durchführung	33
3.9.3	Prüfstreifen der Firma EMPA	35
3.10	Analyse der Flotte	37
3.10.1	Bestimmung der Alkalität	37
3.10.2	Bestimmung der Tensidrückstände mittels UV-Spektroskopie	37
4.	Ergebnisse	40
4.1	Allgemeines.....	40
4.1.1	Altersverteilung.....	41
4.1.2	Aufnahme-SCORAD der Probanden	42
4.1.3	Häufigkeitsverteilung der visuell diagnostizierten Befunde	43
4.2	Vergleich zwischen warm und kalt gespülten Proben	44
4.2.1	Einfluss der Proben auf den SCORAD der Patienten	44
4.2.2	Untersuchung der Flotte mittels pH-Wert und Leitwert	48
4.2.3	Bestimmung der Tensidrückstände aus dem Probengewebe	51
4.3	Komplikationen.....	54
5.	Diskussion	55
5.1	Allgemeine Diskussion	55
5.2	Diskussion der Methode.....	57
5.3	Diskussion der Ergebnisse	61
5.4	Empfehlungen	67
6.	Zusammenfassung.....	69
6.1	Zusammenfassung.....	69
6.2	Summary	70
7.	Literaturverzeichnis.....	71

8. Graphikenverzeichnis.....	79
8.1 Abbildungsverzeichnis.....	79
8.2 Tabellenverzeichnis	80
Danksagung.....	81
Lebenslauf.....	82
Selbstständigkeitserklärung	83

1. Einleitung und Zielsetzung

Epidemiologisch lässt sich im Verlauf der letzten Jahrzehnte eine deutliche Zunahme von Allergien und Überempfindlichkeitsreaktionen auf unzählige Stoffe aus Industrie, Nahrungsmitteln und Umwelt feststellen. Hierbei sind die Ursachen in der Mehrzahl der Fälle immer noch unzureichend aufgeklärt. [1]

Ein Teilgebiet hiervon betrifft die zunehmende Belastung der Haut durch Kosmetika und Textilien. Die Problematik der Hautreizung durch Inhaltsstoffe von Haushaltswaschmitteln wird bereits seit über 60 Jahren diskutiert und erforscht. In einer Studie des Virchow Klinikums Berlin wurden in der Zeit von 1949 bis 1956 über 2000 Patienten einem Läppchentest unterzogen. Damals zeigten nahezu 25 Prozent positive Reaktionen auf Seifen und Waschmittel. [2]

Die Waschmittelindustrie hat in Zusammenarbeit mit Dermatologen und Allergologen dieser ungünstigen Entwicklung umfassende Beachtung geschenkt und die chemische Zusammensetzung der Waschmittel, sowohl im Hinblick auf den Verbraucherschutz als auch auf den Umweltschutz entsprechend verbessert. Die Effizienz der Waschmittel und des Waschprozesses werden fortlaufend kontrolliert und optimiert. Zusätzlich wurden in den letzten 50 Jahren viele Gesetze und Verordnungen eingeführt um die vorliegenden Probleme einheitlich zu regeln. [3-7]

Das Hohenstein-Institut, das Bundesamt für Verbraucherschutz, der Industrieverband Körperpflege und Waschmittel (IKW), das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), die International Association for Soaps, Detergents and Maintenance Products (A.I.S.E.) und viele andere europäische und internationale Organisationen sind mit der Forschung, Prüfung und Zertifizierung der Produktqualität im Bereich Textilien und Waschmittel beauftragt.

Mittlerweile ist sicher, dass Waschmittelinhaltsstoffe auf gesunde und unverletzte Haut nur einen sehr geringen oder gar keinen Einfluss haben, wenn eine bestimmungsgemäße Handhabung des Produktes stattfindet. [8-13] Die Industrie unternimmt ihrerseits größte Anstrengungen sowohl mit in vitro als auch mit in vivo Versuchen die Unschädlichkeit ihrer Produkte sicher zu stellen. Die vorgeschädigte, verstärkt resorbierende, atopische Haut des Kindes muss aber hier unter einem besonderen Aspekt gesehen werden. [14, 15]

Bei der atopischen Dermatitis oder im umgänglichen Sprachgebrauch Neurodermitis handelt es sich um eine angeborene, chronische, nicht ansteckende Hauterkrankung aus dem Formenkreis der allergischen Erkrankungen, welche schubweise verläuft und besonders durch trockene Haut, Ekzem und Juckreiz in Erscheinung tritt.

1. Einleitung

Säuglinge und Kleinkinder sind am häufigsten von dieser Hauterkrankung betroffen, oftmals bessern sich die Symptome mit Eintritt ins Schulalter. [16] Neben vielen weiteren Provokationsfaktoren spielt bei diesem Krankheitsbild die Reizung der sensiblen Haut durch Waschmittelzusätze eine wesentliche Rolle. In der Kleidung verbliebene Waschmittelrückstände können besonders in eng anliegenden Bereichen und nach Anlösen durch Schweiß zu einer Verstärkung der Symptome führen. [17-19]

Allgemein werden die Hautunverträglichkeiten gegenüber Textilien in eine irritative und allergische Kontaktdermatitis unterteilt. Das irritative Ekzem tritt hierbei am häufigsten auf. Durch eine unspezifische Schädigung der Oberhaut können irritative Ekzeme entstehen, wobei besonders die Fasern, Textilchemikalien oder Verschmutzungsreste als Auslöser zu eruieren sind. [20-22]. Obwohl eine echte Waschmittelallergie eher selten ist, können dennoch Waschmittelrückstände Hautirritationen und allergische Reaktionen auslösen oder verstärken. Durch eine starke Zentrifugalkraft, welche bei zu hoher Schleuderdrehzahl entsteht, werden die Rückstände ins Gewebe gedrückt und bleiben dort haften. Kommen hautsensible Menschen mit diesen Textilien in Kontakt, kann sich dies negativ auswirken. [23] Auch zeigt sich im allgemeinen Verbraucherverhalten, dass die überwiegende Mehrzahl der Nutzer die Waschmittelmenge „nach Gefühl“ dosiert. Hinzu kommt ein häufig nur geringer Verschmutzungsgrad der Wäsche bei gleichzeitig zu niedriger Beladungsmenge. Daher werden von der Industrie, für eine korrekte Anpassung der Waschmittelmenge, Maschinen mit automatischer Dosierung empfohlen. [24, 25] Auch auf die besonders hohen Ansprüche von Allergikern versucht die Waschmittelindustrie schon seit einiger Zeit durch gezielte Optimierung der chemischen Inhaltsstoffe und neue Waschformeln, positiv Einfluss zu nehmen. Allerdings zielen die Bestrebungen der Hersteller für Waschmaschinen zunehmend auf eine weitere Senkung des Strom- und Wasserverbrauches ab. [4, 5, 8, 26] Durch eine Flottenmehrfachverwendung werden der notwendige Spüleffekt und der Abtransport von Waschmittelresten stark reduziert. Ebenso bedingt das Waschen im Niedrigtemperaturbereich zur Energieeinsparung eine unzureichende Abtötung von Mikroorganismen in der Wäsche und in der Maschine. [27] Solche Entwicklungen sind zwar aus ökologischer Sicht positiv zu bewerten, stehen aber den besonderen Ansprüchen des sensiblen Allergikers diametral entgegen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit soll sein, mit Hilfe einer klinischen Doppelblindstudie zu überprüfen, ob durch effektiveres Spülen mit erwärmtem Wasser eine Reduzierung der Waschmittelrückstände und dadurch gleichzeitig eine Minderung der Hautirritation bei Kindern mit atopischer Dermatitis erreicht werden kann.

2. Grundlagen

2.1 Medizinische Grundlagen

2.1.1 Anatomie und Funktion der Haut

Die Haut bildet die äußere Körperoberfläche und dient als physikalische Barriere des Organismus zur Außenwelt. Ihre Oberfläche beträgt beim Erwachsenen in Abhängigkeit von Körpergröße und -gewicht $1,5 - 2 \text{ m}^2$ bei einem Gewicht von $3,5 - 10 \text{ kg}$. [28, 29]

Sie spiegelt nicht nur „seelische“ Zustände wieder. An ihr lassen sich ebenfalls systemische und lokale Erkrankungen beziehungsweise Beeinträchtigungen des Gesamtorganismus ablesen. [30]

Durch die Abgrenzung des Organismus nach Außen, hat sie im weitesten Sinne Schutzaufgaben. Dazu dienen vor allem auch die einzelnen Sinnesorgane der Haut für Schmerz-, Druck-, Berührungs-, Vibrations-, Kälte- und Wärmeempfindung. Somit lässt sich die Haut als das größte Sinnesorgan des Körpers betrachten. [31]

Die Hautfarbe, der Teint ergibt sich durch die Eigenfarbe des Gewebes, dem endogenen Pigment sowie anhand der Durchblutung. [32] In ihrer Gesamtheit besteht die Haut aus den drei charakteristischen Schichten Epidermis, Dermis und Hypodermis. Die Epidermis lässt sich weiterhin mikroskopisch unterteilen von Außen nach Innen in ein Stratum corneum, lucidum, granulosum, spinosum und basale. Zwei weitere Schichten folgen im Bereich der Dermis als Stratum papillare und reticulare. [28-31, 33-35]

Das Fett- und Bindegewebe der Unterhaut befestigt die Cutis an den tiefer liegenden Körperteilen. Das Unterhautfettgewebe polstert die Organe gegen Druck und Stoß, isoliert gegen Wärmeverluste und speichert Energie und Wasser. [31] Auf der Hautoberfläche münden sehr viele Schweißdrüsen, Duftdrüsen und Talgdrüsen. Ein leicht saurer Oberflächen pH-Wert von $4 - 6,5$ [34] bildet den Säureschutzmantel und verhindert eine übermäßige und unkontrollierte bakterielle Besiedelung. Zusätzlich werden antimikrobielle Peptide sogenannte Defensine gebildet. [33]

Trotz der Abwehrfunktion können aber auch Stoffe über die Haut in den Körper gelangen. Eine Vielzahl von Molekülen bis zu einer relativen Molekülmasse von ca. 1000 können transdermal durch die Haut aufgenommen werden. [34] Dieser Mechanismus spielt besonders bei der vorgeschädigten Haut von Ekzem-Patienten eine verstärkte Rolle. [36] Kinderhaut ist zwar deutlich dünner als bei Erwachsenen, aber dermal applizierte Substanzen werden nicht grundsätzlich

2. Literaturübersicht

leichter resorbiert. Bei Kindern entsteht eine erhöhte interne Exposition durch das größere Verhältnis von Hautoberfläche zum Körpergewicht. [37]

2.1.2 Atopische Dermatitis

2.1.2.1 Definition

Die atopische Dermatitis, auch als Neurodermitis oder atopisches Ekzem bezeichnet, ist eine angeborene chronisch oder chronisch- rezidivierende, nicht kontagiöse Hauterkrankung mit altersabhängigen typischen Hauterscheinungen. [29] Meist heilt die Erkrankung im Schul- oder Jugendlichenalter spontan ab. Eine Persistenz zeigt sich oftmals bei Kindern, deren Krankheit erst im Schulalter begonnen hat. [38] Besonders im Erkrankungsschub kommt es zu einer nicht unerheblichen Beeinträchtigung der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit und des psychosozialen Wohlbefindens. Durch die Sichtbarkeit der Hautveränderungen sind betroffene Kinder und Eltern oft mit psychisch belastenden Situationen und Reaktionen der Umwelt konfrontiert. Ein vermindertes Selbstwertgefühl und Hänseleien in Kindergarten und Schule können einen negativen Einfluss auf die Entwicklung im Kindesalter nehmen. Im Vergleich zur körperlichen Symptomatik wird auch durch die psychische Belastung ein starker Leidensdruck hervorgerufen. Aufgrund des individuell sehr unterschiedlichen Krankheitsverlaufes ist eine Vorhersage, wie die Krankheit beim Einzelnen verlaufen wird, nicht möglich. [16]

2.1.2.2 Epidemiologie

Atopische Dermatitis findet sich weltweit und ist besonders in den Industriestaaten verbreitet und Knaben sind etwas häufiger betroffen als Mädchen. Von den ursprünglich Betroffenen Patienten sind im Erwachsenenalter bis zu 70 % beschwerdefrei [38] Innerhalb der letzten 50 Jahre hat sich die Prävalenz um das 4 – 6 fache erhöht. Bis zur Einschulung leiden 10 – 15 % der europäischen Kinder zumindest zeitweilig unter einer atopischen Dermatitis. Im Erwachsenenalter sinkt die Prävalenz auf 1,5 – 3 %. [29]

2.1.2.3 Ätiologie/ Pathogenese

Die Pathogenese der atopischen Dermatitis ist komplex und noch nicht bis ins Detail geklärt. Sowohl endogene, individuelle Faktoren wie genetische Disposition oder psychische Faktoren als auch Umwelteinflüsse und Hautreizungen sind entscheidend für dieses Krankheitsbild. Eine

wichtige Rolle spielen Provokationsfaktoren der Haut. [39] Bei der genetischen Disposition liegt eine Barrierefunktionsstörung mit Defekten am Filaggrin- Gen oder an Genen spezifischer Proteasen vor, welche sich in Trockenheit, Irritabilität und erhöhtem transepidermalen Wasserverlust manifestiert. Der Barrieredefekt erlaubt das leichtere Eindringen von Allergenen und führt dann zum Aufbau der atopischen Immunreaktion. [38]

Neben dem erhöhten transepidermalen Wasserverlust (TEWL) und einem erniedrigten Wassergehalt des Stratum corneum konnte in neueren Untersuchungen sowohl Veränderungen der interzellulären Lipidmatrix als auch der Corneozyten als mögliche Ursachen nachgewiesen werden. Bei Patienten mit atopischem Ekzem ist der Gesamtlipidgehalt in befallener Haut um ca. 50% reduziert. Durch eine Stabilisierung der epidermalen Barriere kann die Ekzemreaktion auf Provokationsfaktoren wie z.B. das in Waschmitteln enthaltene Natrium-Lauryl-Sulfat abgeschwächt werden. [40]

Forrest et al. gehen davon aus, dass mehrere Gene auf verschiedenen Chromosomen in Kombination mit Umweltfaktoren für die Entstehung und Ausprägung der atopischen Dermatitis mitverantwortlich sind. [41] Ein signifikanter Anteil der Patienten weist IgE-vermittelte Sensibilisierungen gegen Aeroallergene und/oder Nahrungsmittelallergene auf. [42]

2.1.2.4 Symptome

Als wichtige Symptome gelten die Hauttrockenheit, das Erythem, Lichenifikation, Exkoration, Ödeme und Papeln sowie Nässen und Krustenbildungen. Danach folgen die subjektiven Beschwerden wie Juckreiz und Schlaflosigkeit. [29, 30, 39, 42]

Charakteristisch ist der schubartige Verlauf, mit Besserungen im Frühjahr und Sommer sowie Verschlechterung in der kalten Jahreszeit. Da sich das Erscheinungsbild der atopischen Dermatitis mit dem Alter stark ändert, müssen verschiedene Stadien unterteilt werden. [38]

Das schuppige oder nässende Ekzem zeigt sich vor allem an den Prädilektionsstellen wie Knie- und Armbeugen, Fuß- und Handgelenken sowie an der zarten Hals- und Gesichtshaut. Neben den Effekten durch die Barrierefunktionsstörung ist die Haut durch eine Unterfunktion der Talg- und Schweißdrüsen trocken. [30] Aufgrund der Trockenheit und der Entzündung ist der ständige, oftmals nachts verstärkt auftretende Juckreiz für die Patienten sehr belastend. Das Kratzen verletzt die ohnehin schon sehr empfindliche Haut zusätzlich und führt zu nässenden oder gar blutenden Effloreszenzen. Infolgedessen kann es zu einer Infektion der vorgeschädigten Hautareale mit Bakterien, insbesondere *Staphylococcus aureus*, Viren oder Pilzen kommen. [43]

2. Literaturübersicht

Bei anhaltender Entzündung geht das akute in ein subakutes Stadium über mit Rötungen, Knötchenbildung und Schuppung der Haut über, das Wochen bis Monate anhalten kann. Schließlich folgt das chronische Stadium. Die Haut erscheint dicker und ihre Felerung tritt stärker hervor (Lichenifikation). Es kann zu vermehrter Schuppung, Verhornung und tiefen Hautrissen (Rhagaden) kommen. Die Hautfarbe erscheint oftmals blasser (Depigmentierung) oder dunkler (Hyperpigmentierung). Alle drei Krankheitsstadien können prinzipiell beim selben Patienten auch nebeneinander bestehen. [39]

2.1.2.5 Diagnose

Neben der allgemeinen Anamnese ist die Untersuchung des gesamten Hautorgans einschließlich der exakten Dokumentation erforderlich. Weiterhin müssen mögliche ernährungsbedingte und durch andere Umgebungsfaktoren bedingte Auslöser sowie psychosomatische Triggerfaktoren ermittelt werden. [44] Das Stellen der Diagnose, erfolgt nach den von Hanifin und Rajka bereits 1980 publizierten Kriterien. Dabei müssen drei der vier Hauptkriterien Pruritis, typische Morphologie und Verteilung, chronischer oder chronisch rezidivierender Verlauf sowie atopische Eigen- oder Familienanamnese und drei Minorkriterien vorliegen. [45] In der nachfolgenden Übersicht sind die Haupt- und Nebenkriterien aufgelistet.

Abbildung 1: Haupt- und Nebenkriterien (45)

<p>Hauptkriterien</p> <ul style="list-style-type: none">• Pruritus• typische Morphologie und Verteilung (Erwachsene: Lichenifikation in den Beugen, Kinder: Gesicht und Streckseiten der Extremitäten)• chronisch oder chronisch-rezidivierender Verlauf• atopische Eigen- oder Familienanamnese (atopisches Ekzem, Asthma bronchiale, allergische Rhinokonjunktivitis) <p>Nebenkriterien</p> <p>Atopie-Stigmata, Minimalvarianten des atopischen Ekzems</p> <ul style="list-style-type: none">• Xerosis (Hauttrockenheit)• Ichthyosis vulgaris/verstärkte Hand- und Fußlinienzeichnung/Keratoris pilaris• Mamillenekzem• Cheilitis• Hand- und Fußekzem• Glanznägel• Pityriasis alba• dirty neck (Hyperpigmentierung am Hals)• pelzmützenartiger Stirnhaaransatz• halonierte Augen (dunkle Augenringe)• verminderte Schweißsekretion• weißer Dermographismus• Hertoghe-Zeichen (Rarifizierung der lateralen Augenbrauen)• Dennie-Morgan-Falte (doppelte Unterlidfalte)• Unverträglichkeit von Wolle <p>Allergologische Kriterien</p> <ul style="list-style-type: none">• positiver Pricktest (Hauttestung)• erhöhter Gesamt-IgE-Serumspiegel• Nahrungsmittelunverträglichkeit (immunologisch und nicht-immunologisch)• Neigung zu Hautinfektionen (<i>S. aureus</i>, <i>Herpes simplex</i> u.a.), zelluläre Immunschwäche
--

Gut definierte Diagnosekriterien sind wichtig und bieten unter anderem auch für kontrollierte klinische Studien eine sichere Grundlage.

Die von Hanifin und Rajka publizierten Diagnosekriterien haben sich im internationalen Schrifttum durchgesetzt. Sie haben jedoch den Nachteil, dass die Liste mit den insgesamt 27 Kriterien sehr lang ist. Die diagnostische Spezifität liegt nur bei 78 Prozent, so dass die Kriterien nicht hinreichend geeignet sind, eine Neurodermitis von einer anderen entzündlichen Dermatose abzugrenzen. [44]

In England wurden durch Williams et al. eigene Diagnosekriterien (ein Haupt- und fünf Nebenkriterien) für verschiedene Patientenkollektive erarbeitet und validiert. [46]

2. Literaturübersicht

Für berufsdermatologische Fragestellungen haben Diepgen et al. Parameter für eine so genannte atopische Hautdiathese validiert. [44]

Der Stellenwert von Provokationsfaktoren ist individuell sehr unterschiedlich und die Meidung bzw. Reduktion ist Teil des individuellen Behandlungsplans. Meist sind nur einzelne Faktoren relevant, die es mit Hilfe des behandelnden Arztes zu identifizieren gilt. Zu den häufigsten Provokationsfaktoren gehören bestimmte Textilien (z. B. Wolle), Schwitzen, falsche Hautreinigung, bestimmte berufliche Tätigkeiten (feuchtes Milieu, stark verschmutzende Tätigkeiten) und Tabakrauch. Außerdem spielen IgE-vermittelte Allergien auf Hausstaubmilben, Tierepithelien, Pollen, Nahrungsmittel (bei Kindern vor allem Milch, Ei, Soja, Weizen, Haselnuss, Erdnuss und Fisch; bei Erwachsenen u. a. pollenassoziierte Nahrungsmittelallergene wie [Roh-] Obst und Gemüse, Nüsse) eine wichtige Rolle. Mikrobielle Faktoren und Klimatische Einflüsse wie extreme Kälte, Trockenheit oder Schwüle können ebenfalls zu Hautirritationen führen. Aber auch Psychischer Stress bzw. emotionale Faktoren und Hormonelle Faktoren (Schwangerschaft, Menstruation) müssen berücksichtigt werden. [16, 40, 44]

2.1.2.6 SCORAD

Um den Schweregrad und den Verlauf der atopischen Dermatitis dokumentieren zu können hat sich im europäischen Raum der sogenannte SCORAD (Scoring of Atopic Dermatitis) durchsetzen können. [44]

Abbildung 2: SCORAD (Gesellschaft Pädiatrische Allergologie und Umweltmedizin)

SCORAD

Europäische Experten-Gruppe für Atopische Dermatitis

Patient: Name/Vorname Geburtsdatum Besuchsdatum
 Eingesetztes topisches Steroid

Wirkstoff (Handelsname, Konzentration) Menge/Monat Anzahl der Erytheme/Monat

Die Zahlen in Klammern gelten für Kinder unter zwei Jahren.

A: Ausmaß
Bitte geben Sie die Summe der betroffenen Hautareale an.

B: Intensität
Bemessungswerte
Angaben zur Intensität (üblicherweise typische Stellen)

	0 = keine	1 = leicht	2 = mäßig	3 = stark
<i>Kriterien</i>	<i>Intensität</i>	<i>Kriterien</i>	<i>Intensität</i>	<i>Intensität</i>
Erytheme		Exkoriation		
Ödem/Papelbildung		Lichenifikation		
Nässen/Krustenbildung		Trockenheit		
		Die Hauttrockenheit wird an nicht betroffenen Stellen bewertet.		

C: Subjektive Symptome
Pruritus und Schlaflosigkeit

SCORAD A/5+7B/2+C

Visuelle Analog-Skala (Durchschnitt für die letzten drei Tage oder Nächte)

0 ||| 10
Pruritus (0–10)

0 ||| 10
Schlaflosigkeit (0–10)

Behandlung Anmerkungen

Dieser Index wurde 1993 von der European Task Force on Atopic Dermatitis entwickelt und berücksichtigt das flächenhafte Ausmaß, die Intensität der Hautveränderungen mit den morphologischen Kriterien Erythem, Ödem/Papeln, Nässen/Krusten, Exkoriation, Lichenifikation und Trockenheit sowie subjektive Beschwerden. [47] Im amerikanischen Raum hat sich daneben der

2. Literaturübersicht

EASI-Score (Eczema Area Severity Index) etabliert. [44, 48] Die maximale Punktzahl für den SCORAD beträgt 103, für den EASI 72. Ergänzend wird in klinischen Studien der einfachere IGA (Investigators Global Assessment) verwendet, mit einer Skalierung von null bis fünf Punkten. [42]

2.1.2.7 Therapiemöglichkeiten

Da die Ursachen noch nicht bis ins Detail geklärt sind, stützt sich die Therapie zu einem Großteil auf die angesammelten ärztlich-therapeutischen Erfahrungswerte und ist immer individuell auf den Patienten abzustimmen. Wichtig ist die Reduktion und das Vermeiden von Provokationsfaktoren, eine intensive wirkstofffreie Lokalthherapie sowie eine angepasste antiinflammatorische Behandlung. Die Beseitigung des oft quälenden Juckreizes stellt dabei eine große Herausforderung dar. [44]

Zudem muss die Wiederherstellung der gestörten Barrierefunktion angestrebt werden. Eine gezielte fettende und rehydrierende Lokalthherapie zur funktionellen Restitution ist dabei von entscheidender Bedeutung. [40] Zur äußerlichen antientzündlichen Behandlung der Neurodermitis stehen topische Kortikosteroide und topische Calcineurininhibitoren zur Verfügung. Diese Substanzgruppen zeigen im Placebovergleich einen deutlichen Therapieeffekt. Antihistaminika werden systemisch unterstützend eingesetzt. [42] Bei schwerem Krankheitsverlauf kommen die beiden systemischen Immunsuppressiva Ciclosporin A und Azathioprin zum Einsatz. [44]

Da die Haut oftmals mit Bakterien wie *Staphylococcus aureus* besiedelt ist, sind Superinfektionen besonders gefürchtet. Deswegen kommen systemische und vor allem gegen Staphylo- und Streptokokken wirksame Antibiotika bei akutem schweren atopischen Ekzem erfolgreich zum Einsatz. [49] Eine mit Silber-Ionen beschichtete Kleidung wirkt ebenfalls antibakteriell und stellt eine unbedenkliche, langfristig einsetzbare Möglichkeit zur Keimreduktion dar. [50]

Die Behandlung mit UVB-, UVA1-Bestrahlung sowie eine Balneophototherapie bieten weitere wirksame Therapieoptionen bei atopischer Dermatitis. Bei Kindern unter 12 Jahren sollten sie jedoch nur in begründeten Ausnahmefällen durchgeführt werden. [44] Da sich bei ungefähr einem Drittel der Kinder mit Neurodermitis eine Nahrungsmittelallergie nachweisen lässt, ist eine therapeutische Eliminationsdiät, wegen des günstigen natürlichen Krankheitsverlaufs mit einer zu erwartenden Toleranz gegenüber Nahrungsmitteln, häufig zeitlich begrenzt. [44] Die Arbeitsgemeinschaft Neurodermitis-Schulung (AGNES), hat zusammen mit Ärzten, Psychologen, Diätassistenten und Pädagogen ein interdisziplinäres Schulungsprogramm für Kinder und Eltern

entwickelt, um ein besseres Management der Krankheit zu erlangen. [16] Zusätzliche komplementäre Therapieansätze, wie chinesische Kräuter, Massagetherapie, Bioresonanztherapie und Biofeedback oder Homöopathie konnten sich bisher in der täglichen Praxis nicht etablieren. [42]

2.2 Chemische und technische Grundlagen

2.2.1 Waschmittel

2.2.1.1 Entwicklung

Das Waschen und Pflegen von Kleidung und Textilien stellt wahrscheinlich einen der ältesten Recyclingprozesse der Kulturgeschichte dar. [51]

Somit lässt sich die Benutzung von Waschmittel zur Reinigung verschmutzter Kleidung geschichtlich bis weit in die Antike zurückverfolgen. Ausgrabungen in Babylon erbrachten den Beweis, dass Seife bereits 2800 Jahre vor Christus verwendet wurde. [52]

Die wichtigste Rolle beim Waschen spielt jedoch damals wie heute das Wasser. Es dient als universelles Lösungsmittel für die meisten hydrophilen Stoffe, während bei den hydrophoben Schmutzresten seifenähnliche Substanzen zur Anwendung kommen müssen. Durch seine hohe Oberflächenspannung gelangt das Wasser allerdings nur schlecht in die mikroskopisch kleinen Fasern und Zwischenräume. [3]

Auf dem deutschen Markt wurde bereits 1878 die sogenannte „Bleichsoda“ von Henkel eingeführt. Die heutige moderne Waschmittelchemie beginnt Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts mit dem Waschmittelprodukt Persil[®]. Ein Zusammengesetztes Wort aus dessen wichtigsten Inhaltsstoffen Perborat und Silikat. [8]

Während des zweiten Weltkrieges wurden in Deutschland die ersten synthetischen Waschmittel produziert. Sie dienten als Ersatz für die bis dahin üblicherweise benutzten tierischen Fette zur Seifenherstellung. [53]

Im Jahr 1932 wurde das erste Feinwaschmittel (Fewa[®]) mit einem vollsynthetischen Tensid entwickelt und auf den Markt gebracht. Die synthetischen Tenside fanden ab 1940 sehr schnell eine weltweite Akzeptanz, da ihre Empfindlichkeit gegenüber der Wasserhärte deutlich geringer ist als die der Seifen. [8]

Nachdem der Umweltschutz lange Zeit ignoriert wurde und die Schaumbildung in den Gewässern und Flüssen immer mehr überhand nahm, wurden von Industrie und Regierung ab 1961 vermehrt biologisch leicht abbaubare Tenside gefordert. [54] Ebenso nahm die Überdüngung der

2. Literaturübersicht

Gewässer und Seen immer dramatischere Ausmaße an, so dass ab 1986 phosphatfreie Waschmittel entwickelt werden mussten. [3, 4, 26, 53]

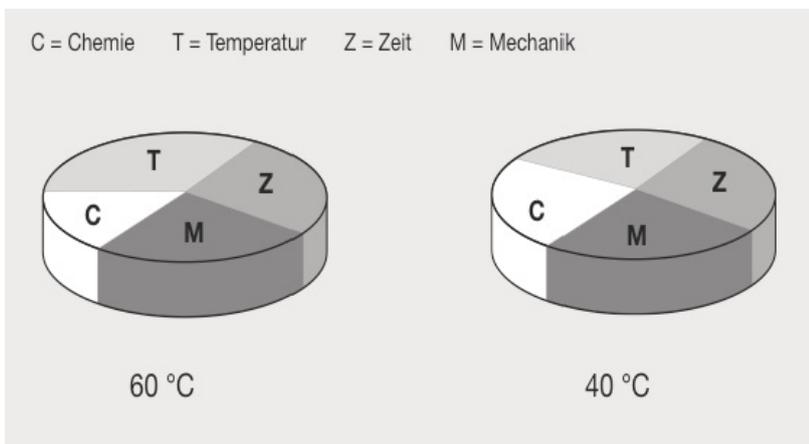
Durch den Einsatz von Enzymen zum Stärke-, Fett- und Eiweißabbau steigerte sich die Effektivität der Waschmittel weiter, bei deutlich verringerter Dosiermenge. [8]

Ab 1991 wurde dann speziell für bunte Wäsche das Color-Waschmittel auf den Markt gebracht und ab 1994 die Superkonzentrate, welche nur noch die Hälfte der üblichen Dosierung benötigen bei gleicher Effektivität und Reinigungskraft. [5]

Da immer wieder neue Textilien auf den Markt gebracht werden, muss durch eine enge Zusammenarbeit der beteiligten Hersteller der Waschvorgang und dessen Komponenten ständig optimiert werden, um eine hohe Attraktivität am Weltmarkt zu erhalten. [8]

Die wichtigsten Einflussfaktoren auf den Waschprozess sind Zeit, Chemie, Wasser, Temperatur und Mechanik. Sie werden graphisch dargestellt im Waschkreis nach Sinner. Daraus wird ersichtlich dass die einzelnen Größen immer dieselbe Summe ergeben müssen. Wird bei einem Faktor eingespart muss der Betrag bei einem der anderen wieder hinzugefügt werden. [3, 55-57]

Abbildung 3: Sinner'scher Kreis bei 60°C und 40°C [56]



Durchschnittlich werden in Deutschland rund 600.000 Tonnen Waschmittel und 200.000 Tonnen Weichspüler verbraucht. [3, 58] Jeder Haushalt wäscht circa 200 Wäscheladungen pro Jahr. Im Jahr 1975 lag der Verbrauch noch bei 275 Gramm Waschmittel pro Wäsche. Heute werden nur um die 70 Gramm pro Waschgang dosiert. [3]

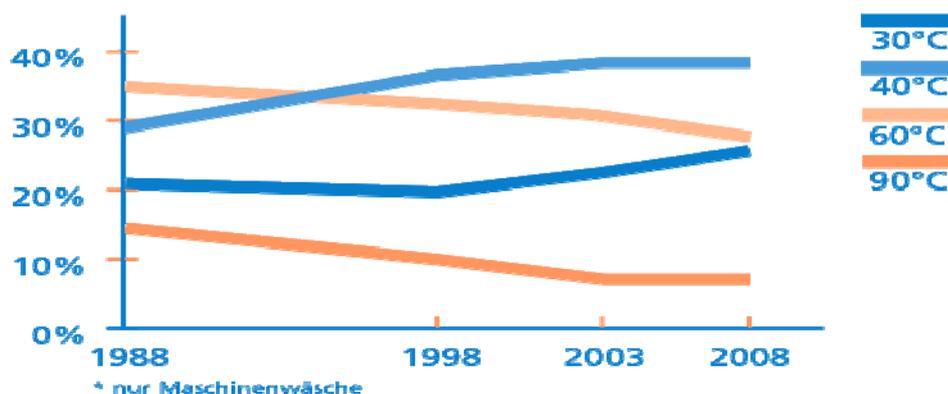
Abbildung 4: Waschmittelverbrauch, typische Dosierung und anfallende Wäschemenge [51]

Jahr	1994	2001	2005	2008	2010
Waschmittelverbrauch pro Jahr [t]	653.200	631.000	637.800	610.000	629.000
Pro-Kopf-Waschmittelverbrauch [kg]	8,0	7,7	7,7	7,4	7,7
Waschmittelverbrauch pro Kilogramm Wäsche [g]	50	38	30	27	25
Typische Dosierung [g]	160	122	95	85	80
Berechnete Wäschemenge pro Jahr [Mio. t]	13	17	21	23	25

Besonders durch den Einsatz von Enzymen, aber auch durch neue Waschmittelformulierungen und fortschreitende Modernisierung der Waschmaschinen steigt der Trend zum Waschen im Niedrigtemperaturbereich. Bei gleichbleibender Effektivität in der Schmutzbeseitigung wird entsprechend weniger Waschmittel und Wasser je Waschgang benötigt. [3, 26, 51, 59]

Anhand einer Auswertung von Daten der Sektion Haushaltstechnik der Universität Bonn zeigt sich, dass seit dem Jahr 2004 die durchschnittliche Waschtemperatur immer zwischen 46 und 47°C liegt. [51] Weitere Gründe für diesen Trend sind zum einen der kontinuierliche Rückgang der weißen Wäsche und die Zunahme von Synthetik- und Mischgeweben bei immer geringerem Anteil an Kochwäsche. Zum anderen wird heute vermehrt farbige Wäsche getragen, die mit eher niedrigeren Temperaturen gewaschen wird. Dies führte in den letzten zwanzig Jahren zu deutlichen Einsparungen an Energie, Wasser und Waschmittel [59]

Abbildung 5: Waschtemperaturen im Zeitverlauf [59]



2. Literaturübersicht

2.2.1.2 Waschmittelarten

Zu den wichtigsten verschiedenen Waschmittelarten gehören das Vollwaschmittel, Flüssigwaschmittel, Fein- und Colorwaschmittel, das Kompaktat oder Superkompaktat, das Baukastensystem, das alkalifreie synthetische Detergenz „Syndet“ und die natürliche Waschnuss. [8, 14, 24, 26, 53, 56] Der Anteil der Flüssigwaschmittel hat sich in Deutschland seit dem Jahr 2000 fast verdreifacht und betrug im Jahr 2010 circa 40 Prozent der Gesamt-Verbrauchsmengen von Waschmitteln. [51]

Zusätzlich sind weitere Spezialwaschmittel für Wolle, Seide oder Gardinen im Handel erhältlich. [8, 56, 59]

Des Weiteren werden Waschlösungsmittel wie Weichspüler, Bügelhilfen, Fleckenentferner, Entfärber und Sprühstärke angeboten. [56]

2.2.1.3 Inhaltsstoffe

Waschmittel enthalten eine Vielzahl von Inhaltsstoffen welche genau aufeinander abgestimmt sein müssen. Auf der Verpackung wird der Inhalt gemäß den Vorschriften in Anhang VII Abschnitt A der Detergenzien-Verordnung angegeben. Die vollständige Produktrezeptur wird vom Hersteller auf einer Internetseite veröffentlicht und beim Umweltbundesamt hinterlegt. Die Web-Adresse ist auf dem Etikett anzugeben. [55, 58, 60]

Diese Stoffe besitzen alle eine bestimmte Affinität zu den unterschiedlichen Textilfasern und werden dementsprechend schneller wieder ausgespült oder sie verbleiben als Rückstände in der Wäsche. [61] Fasern mit einem hohen Calciumgehalt, wie zum Beispiel Baumwolle, verhalten sich deutlich anders als synthetische Fasern. Die Art der Faser hat also einen entscheidenden Einfluss auf den Grad der Benetzbarkeit und der Schmutzentfernung. [8]

Die folgende Übersicht zeigt die wichtigsten Inhaltsstoffe und deren Funktion im Waschprozess.

I. Tenside: [3, 8, 52, 53, 62]

1811 bis 1823 gelang dem französischen Chemiker Michel Eugene Chevreul die Strukturaufklärung der Fette, Öle und Seifen. Als Folge davon konnte man nun einen Zusammenhang zwischen der molekularen Struktur und der Reinigungswirkung der Seife herstellen. Bereits 1929 bis 1935 wurden die ersten Tenside für Waschmittel hergestellt, von denen einige auch heute noch kommerzielle Bedeutung haben. [55]

Tenside sind oberflächenaktive Stoffe und damit die wichtigsten Inhaltsstoffe für die Reinigungswirkung des Waschmittels. Ein Tensidmolekül besteht aus zwei wichtigen funktionellen Gruppen. Eine hydrophile Gruppe bestimmt die Löslichkeit in Wasser, und eine hydrophobe sorgt zusammen mit der hydrophilen Gruppe für die Oberflächenaktivität. Je nach Struktur der hydrophilen Gruppe gibt es anionische, nichtionische, kationische oder amphotere Tenside.

II. Gerüststoffe (Builder): [3, 8, 53]

Sie bilden die zweitwichtigste Gruppe der Inhaltsstoffe und verbessern die Reinigungskraft durch ein Senken der Wasserhärte. Anionische Tenside und Seife haben den Nachteil, dass sie mit den Erdalkaliionen schwerlösliche Kalk- oder Magnesiumsalze bilden. Durch diese Fällungsreaktion wird ein Teil der Tenside dem Waschprozess entzogen. Die Ausfällungen lagern sich auf der Wäsche und den elektrischen Heizstäben der Maschinen ab. Aufgrund der ungünstigen Auswirkungen auf die Umwelt, werden heute anorganische Ionenaustauscher vom Typ Zeolith A verwendet. Bei bestimmungsgemäßem Einsatz, stellen die synthetischen Zeolithe A, P, X und Y für den Verbraucher kein Risiko dar. Trotzdem ist es wichtig, dass Waschmittel- und Waschmaschinenhersteller das richtige Gleichgewicht zwischen Umweltaspekten und den in den Textilien verbleibenden Rückständen finden. [63]

III. Optische Aufheller: [3, 8]

Anfang des 20. Jahrhunderts war Natriumperborat das wichtigste Bleichmittel. Heute wird wegen des besseren Umweltprofils Natriumpercarbonat eingesetzt. Im alkalischen Milieu der Waschflotte reagiert das Wasserstoffperoxid zu Perhydroxyl-Ionen. Die Perhydroxyl-Ionen und der aus ihrem Zerfall entstehende naszierende Sauerstoff sind die eigentlichen Oxidationsmittel. Eine praktisch nutzbare Zersetzung von Percarbonat wird erst bei Temperaturen oberhalb von 60°C erzielt. Wenn heute vor allem bei Temperaturen von 30-40°C gewaschen wird, müssen Bleichmittel-Aktivatoren im Waschmittel sein, die den Zerfall katalysieren. [3] Weisstöner sind organische Verbindungen, die das ultraviolette Licht mittels Fluoreszenz in sichtbares blaues Licht umwandeln. Ihre Wirkung beruht auf der Absorption von UV-Strahlen und der Umwandlung in blaues Licht, das emittiert wird. [64]

2. Literaturübersicht

IV. Enzyme: [5, 52, 56]

Proteasen, Amylasen, Lipasen und Cellulasen dienen dem Abbau von Eiweiß, Stärke, Fetten und beschädigten Baumwollfasern.

Proteasen wurden bereits 1913 zur Textilreinigung eingesetzt. Damals verwendete man Enzyme aus Pankreasextrakten von Schlachttieren. Ab 1960 gelang es, Proteasen in großen Mengen aus Bakterien zu isolieren. [3]

Anfang der siebziger Jahre waren in Deutschland fast 80 Prozent der Waschmittel mit Enzymen ausgestattet. Dieser rasante Anstieg wurde kurze Zeit später rückläufig, weil gesundheitliche Beeinträchtigungen in Form von Rhinitis und Asthma durch enzymhaltige Stäube beim Herstellungsprozess auftraten. [3, 65] Durch die Verkapselung der Enzyme mit einem Schutzmantel wurde das Problem für Hersteller und Verbraucher schnell gelöst.

Ein großer ökologischer und ökonomischer Vorteil der Enzymausstattung von Waschmitteln ist die Verringerung der Waschttemperatur und der Waschmitteldosis bei gleicher oder verbesserter Waschleistung. [66, 67]

V. Schaumregulatoren: [3, 8, 52]

Durch das hohe Schaumbildungsvermögen der meisten Tenside entsteht aufgrund der Mechanik beim Waschvorgang eine Schaummenge, welche die Waschleistung stark vermindern kann. Eine exzessive Schaumbildung muss also verhindert werden. Auf der anderen Seite darf aber auch nicht zu wenig Schaum entstehen, da der Verbraucher davon ausgeht, dass der Schaum ein Zeichen für einen guten Reinigungseffekt darstellt.

VI. Duftstoffe: [62, 68]

Sie sollen die schlechten Gerüche der Waschlauge überdecken und der Kleidung frischen Duft verleihen. [8] Einige Waschmittel werden mit geringem oder ganz ohne Zusatz von Duftstoffen angeboten. Diese sollen gerade für Verbraucher mit empfindlicher Haut attraktiv sein. [53] Zur besseren Information für Allergiker müssen einige bestimmte Duftstoffe namentlich aufgeführt werden. Betroffen sind insgesamt 26 natürliche und synthetische Duftstoffe. Sobald deren Konzentration mit mehr als 0,01 % im Endprodukt enthalten ist, erscheinen ihre INCI-Bezeichnungen (International Nomenclature Cosmetic Ingredients) auf der Verpackung. [64]

VII. Vergrauungsinhibitor: [3, 53]

Schmutz, der einmal von der Faser gelöst wurde, soll sich nicht wieder auf der sauberen Wäsche ablagern. Dafür werden sogenannte Vergrauungsinhibitoren oder Anti-Redepositions Zusätze verwendet. Das „Schmutztragevermögen“ der Waschflotte wird im Wesentlichen durch die Wahl der Tenside und Gerüststoffe bestimmt. Sollte dieses zu gering sein, wird ein Vergrauungsinhibitor zugesetzt. Dieser verhindert die Rück-Anschmutzung, indem er sich an die Fasern anlagert. Bewährt haben sich hierfür Derivate der Carboxymethyl-Cellulose (CMC) sowie Polycarboxylate.

Eine quantitativ eher untergeordnete Rolle spielen Farbübertragungsinhibitoren, Korrosionsinhibitoren, Stabilisatoren, Konservierungsstoffe, Alkohole, Stellmittel und Sprengmittel. [3, 8, 56] Phosphate werden seit Anfang der 1990er Jahre in Deutschland praktisch nicht mehr eingesetzt. Sie wurden schrittweise durch Enthärterssysteme auf Basis von Citraten, Polycarboxylaten, Silikaten, Natriumcarbonat, Zeolithen und Seifen ersetzt. [51]

Eine Hautirritation kann durch viele der genannten Inhaltsstoffe hervorgerufen werden. Als wichtigste Allergieauslöser werden oftmals Duftstoffe, Enzyme, Zeolithe, optische Aufheller und Seife genannt. [9, 13, 52, 69, 70]

Inhaltsstoffe von Waschmitteln zeigen verschiedene Effekte auf die Genexpression, die Lipidsynthese und die Differenzierung von Keratinozyten der Oberhaut. Durch diese zytotoxischen Effekte wird wenigstens teilweise die Schutzfunktion der Haut gestört. Das unter anderem auch in Seifen, Shampoos und verschiedensten Hautpflegeprodukten verwendete Natrium-Lauryl-Sulfat spielt hierbei eine wichtige Rolle. [71-74]

2.2.2 Waschmaschine

2.2.2.1 Entwicklung

Während in früheren Zeiten unter hohem Kraftaufwand durch Schlagen oder Reiben am Fluss oder Dorfbach gewaschen wurde, hat die heutige Entwicklung der Waschmaschinen vor allem unter dem Einfluss computergesteuerter Mikroprozessoren eine rasante Entwicklung genommen. Erst durch die Versorgung der Haushalte mit Wasser und Elektrizität konnten elektrische Waschmaschinen zum Einsatz kommen. [55]

Viele empfindliche Textilien und Fasern wurden anfangs durch die grobe Vorgehensweise beschädigt und die Zufuhr von warmem oder heißem Wasser zur besseren Schmutzentfernung war

2. Literaturübersicht

ebenfalls ein Problem. Die von Hand betriebenen ursprünglichen Waschbottiche wurden schnell durch Elektromotoren und Unterfeuerung mit Kohle erweitert. [5] Ab Mitte der fünfziger Jahre eroberten die neu entwickelten Trommelwaschmaschinen den Markt. Anfangs als teilautomatische Maschinen, kurze Zeit später als Waschvollautomaten, die waschen, spülen und schleudern konnten. [55]

Die erste Trommelwaschmaschine mit Hilfe mechanischer Kraft wurde 1858 von Hamilton Smith entwickelt. Obwohl der Antrieb mit einem elektrischen Motor bereits 1901 durch den Amerikaner Alva J. Fischer gelang, waren solche Maschinen erst ab 1946 in Amerika und ab 1951 in Deutschland auf dem Markt erhältlich und sehr teuer. [76]

Im Vergleich zur horizontalen Trommelachse hat die vertikale Achse den Vorteil einer gleichmäßigeren Gewichtsverteilung was eine übermäßige Unwucht verhindert. Eine vertikale Achse findet sich bei den Typen Agitator und Impeller. [8, 77]

Als Haupttypen der im Haushalt allgemein üblichen Trommelmaschinen gelten der Toplader mit Beladungsmöglichkeit von oben und der Frontlader mit dem typischen Bullauge zur Beladung von vorn. [77]

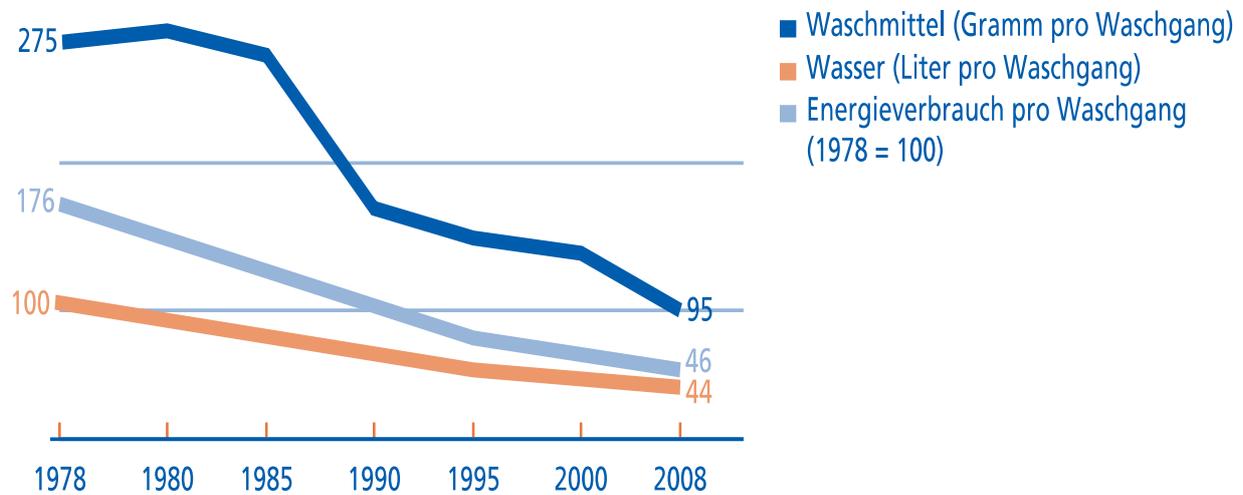
Die weitaus größte Bedeutung am Markt haben Frontlader. Das Fassungsvermögen wurde weiter erhöht und liegt 2009 bei 8 Kg. [55]

Mit fortschreitender Technologie wurden die Maschinen mehr und mehr optimiert. Insbesondere müssen von den Herstellerfirmen ökologische und ökonomische Gesichtspunkte berücksichtigt werden.

Als Verbesserungen gelten vor allem die Energie- und Wassereinsparung, eine verbesserte Bedienung, Schaum und Beladungserkennung sowie Schmutz-, Trübungs- und Spülsensoren. Der Preis einer Waschmaschine ist in den letzten fünfzig Jahren auf etwa ein Zehntel des damaligen Preises gesunken, obwohl die Waschmaschinen sich qualitativ und quantitativ wesentlich verbessert haben. [55] Die aktuellste technische Neuerung liegt in einer automatischen Dosierung des Waschmittels, da Untersuchungen gezeigt haben, dass der Verbraucher oftmals nur nach Gefühl dosiert. [24, 25]

Ende der 1970er Jahre lag die benötigte Wassermenge für eine 4,5 kg Beladung noch bei 120 – 140 Liter. Bedingt durch konstruktive Maßnahmen, rationellere Programme, Prozesssteuerung, eine verminderte Anzahl von Spülgängen und die Einführung der Mengenaomatik liegt der heutige Verbrauch bei nur noch rund 50 Litern. [9, 14]

Abbildung 6: Waschmittel, Wasser und Energieverbrauch [59]



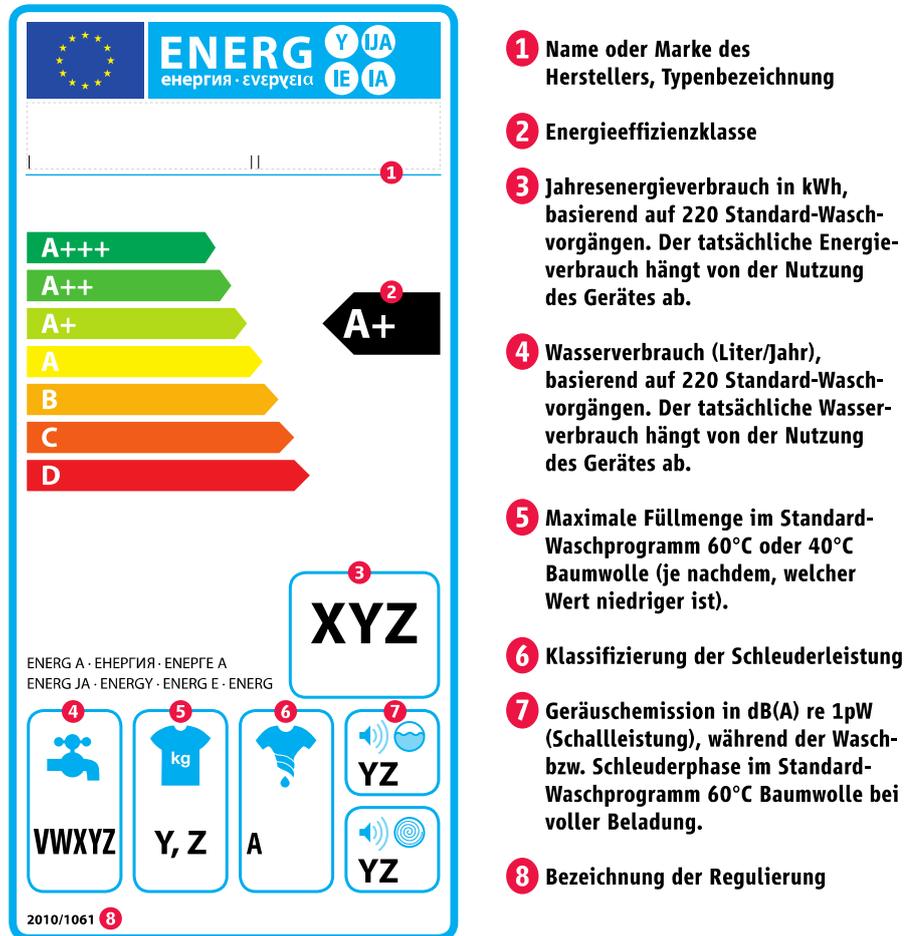
2.2.2.2 Normen und Referenzprüfung

Seit dem 01.01.1998 unterliegen Haushaltswaschmaschinen der Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (EnVKV) über die Kennzeichnung von Haushaltsgeräten mit Angaben zum Verbrauch an Energie und anderen wichtigen Ressourcen. [78]

Um für elektrotechnische Geräte einen international einheitlichen Standard zu gewährleisten wurde 1906 die International Electrotechnical Commission (IEC) ins Leben gerufen. Dieses Normierungsgremium erstellt gemeinsame Normen und Referenzen für alle technischen Geräte auf internationaler Ebene. Die IEC fungiert in Zusammenarbeit mit der International Organization for Standardization (ISO) und der International Telecommunication Union (ITU). [79]

2. Literaturübersicht

Abbildung 7: Das neue Energielabel für Haushaltswaschmaschinen [80]



Durch das Energielabel haben sich alle Anbieter auf dem europäischen Markt darauf konzentriert, in den Vorgaben des Energielabels gut dazustehen. Darunter gelitten hat zum Beispiel die Dauer der Waschprogramme, da dieser Parameter auf dem Label nicht angegeben wird aber eine längere Waschkdauer sich positiv auf die Reinigungsleistung auswirkt. Ebenso wird der Standby-Energieverbrauch auf dem Label bisher nicht mit angegeben. 2009 haben fast alle Waschmaschinen eine Einstufung für Energieeffizienz, Waschwirkung und Schleuderwirkung in Klasse A. Als Differenzierungskriterium für den Verbraucher ist es daher kaum noch geeignet. [55]

2.2.3 Gesetzliche Regelungen

2.2.3.1 Europäische Detergenzienverordnung (DetV, 1964)

Laut Detergenzien-Verordnung sollen Wasch- und Reinigungsmittel nur Tenside enthalten dürfen, die zu mindestens 80 % biologisch abbaubar sind, um die Umweltbelastungen zu verringern. Außerdem sind die Kennzeichnungsvorschriften und Informationspflichten der Hersteller geregelt. [54]

2.2.3.2 Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG, 2005)

Wasch- und Reinigungsmittel dürfen nur so in den Verkehr gebracht werden, dass infolge ihres Gebrauchs jede vermeidbare Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit und der Umwelt unterbleibt. [81]

2.2.3.3 Phosphathöchstmengenverordnung (PHöchstMengV, 1980)

Es ist Herstellern, Einführern und Vertriebsunternehmen untersagt, Wasch- und Reinigungsmittel zur Verwendung im Haushalt in den Verkehr zu bringen, die einen Phosphatgehalt aufweisen, der die festgesetzten Obergrenzen überschreitet. [82]

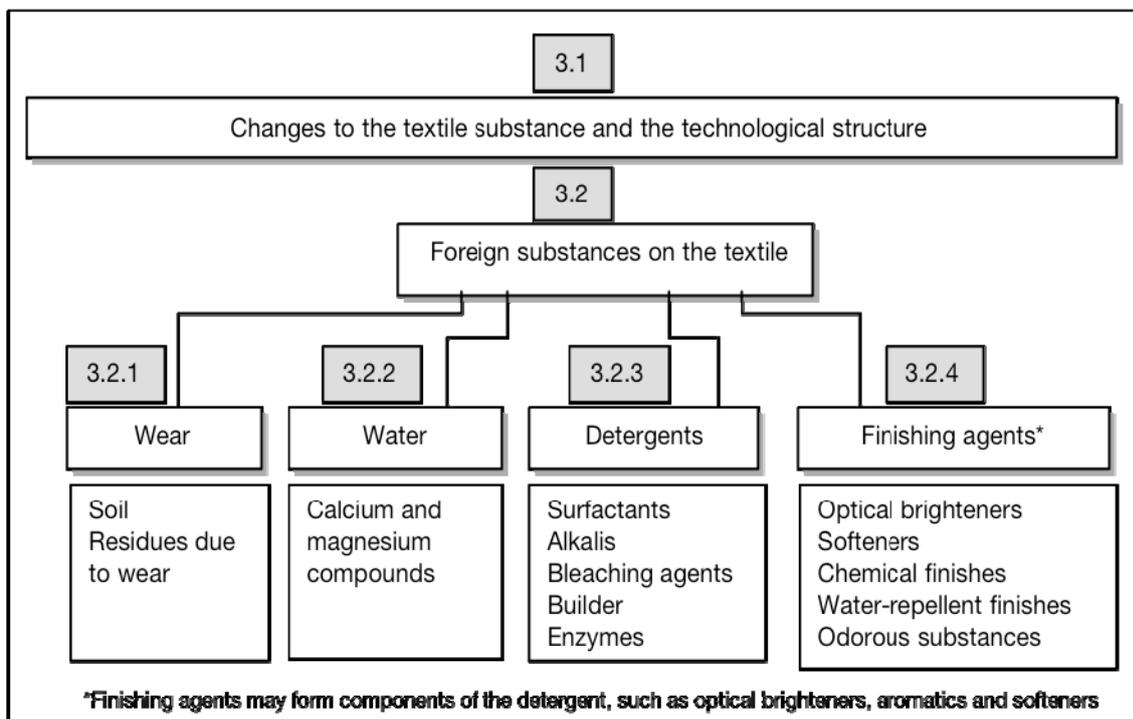
2.2.4 Reizfaktor „Wäsche“

Die tägliche Kleidung bietet, gerade durch den lang anhaltenden und intensiven Hautkontakt, für die sensible Haut des Patienten mit atopischer Dermatitis einen zusätzlichen Reizfaktor. Dabei sollte die meist aus Baumwolle bestehende Unterwäsche ebenso wie die Bettwäsche besondere Beachtung finden. [17, 49] Die meisten Betroffenen versuchen die mechanischen und chemischen Irritationsreize durch Textilien weitestgehend zu vermeiden. Beim Textilkaufl bleibt ihnen meist nichts anderes übrig als durch einen langwierigen und mühsamen Lernprozess herauszufinden, welche Kleidungsstücke ihre entzündliche Haut einigermaßen verträgt. Eine mechanische Reizung wird vor allem durch das Fasermaterial, eine chemische Reizung durch die unzähligen Stoffe der Textilveredelungskette verursacht. [17] Bei den Textilfasern unterscheidet man zwei Hauptgruppen. Zum einen die Naturfaser und zum anderen die Chemie- oder Kunstfaser. Zu den pflanzlichen Naturfasern gehört Baumwolle, Leinen, Kokos und Hanf, zu den tierischen Schur-

2. Literaturübersicht

wolle, Reißwolle, Angora und Seide. Die Chemiefasern umfassen ein immer größer werdendes Gebiet synthetischer Textilien wie Nylon, Viskose, Polyamide, die Membrantextilien (Gore-Tex®, Sympatex®) und in neuester Zeit auch die Nano-Partikel. [17, 19, 26, 56] Die am häufigsten verwendete Naturfaser ist Baumwolle und deckt etwa die Hälfte aller in der Welt produzierten Textilfasern ab. Der Anteil von Viskose am weltweiten Textilfaserverbrauch macht etwa 7 % aus. Tierische Fasern wie Schafwolle sind mit rund 3 % deutlich geringer vertreten als pflanzliche Fasern. Polyester ist die häufigste synthetische Faser und wird oft mit natürlichen Fasern gemischt. [61]

Abbildung 8: Chemische Substanzen zur Modifikation der Textilien [12]

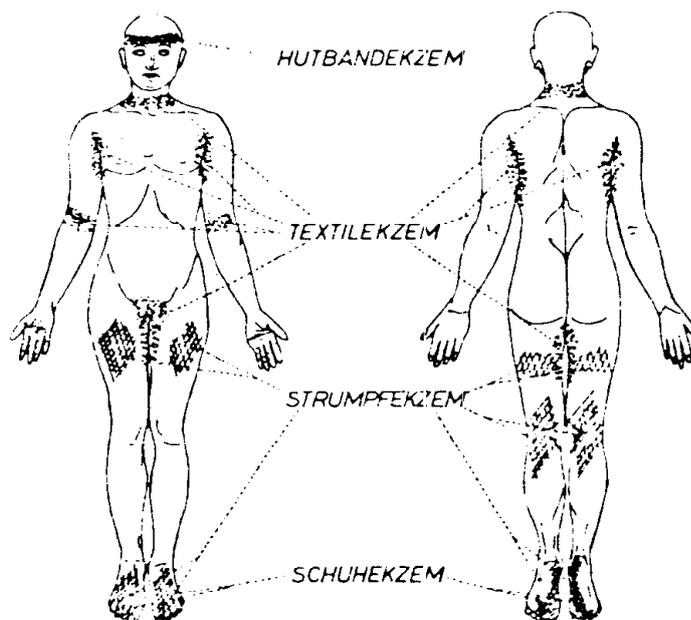


2.2.4.1 Textilveredelung

Die Anforderungen an Textilien sind heute sehr vielfältig und steigen stetig. Kleidung soll sich weich anfühlen, nicht kratzen, sie soll pflegeleicht, knitterfrei und bügelfrei sein und beim Waschen nicht einlaufen. Die Farben sollen weder durch Einwirkung von Schweiß und Tageslicht noch beim Waschen verändert werden. [36] Somit wird ein breites Spektrum an Chemikalien zur Veredelung benötigt und umfasst unter anderem Farbstoffe, Imprägnierung, Biozide, Fungizide, Bleichmittel, Antielektrostatika und Weichgriffmittel. [64]

Obwohl es kaum zu gesundheitlich relevanten Konzentrationen im textilen Endprodukt kommt, ist bei den Druck- und Färbereihilfsmitteln der Einsatz etlicher Carrier und Lösungsmittel als potentiell problematisch zu bezeichnen. Auch Flammenschutzmittel sowie einige Vertreter der Phthalate, welche als Carrier oder Weichmacher eingesetzt werden, sind kritisch zu bewerten. [36] Durch mangelnde Schweißechtheit kann es beim Tragen der Textilien zum Ausbluten des Farbstoffes und bei Allergie auslösenden Farbstoffen zu Kontaktdermatitiden kommen. [64] Unter den mehreren tausend unterschiedlichen Farbstoffsubstanzen waren in der Vergangenheit v.a. einzelne Dispersionsfarbstoffe (Kontaktallergien) und diverse Azofarbstoffe (Abspaltung krebserregender Amine) toxikologisch auffällig. [83] Die Nanotechnologie ist eines der zukunftssträchtigen Anwendungsgebiete für die Textilveredelung. Wachsende Marktanteile zeigen so genannte Kosmeto-Textilien. Üblicherweise handelt es sich dabei um Nanokapseln einer Größenordnung von 10 bis 100 Nanometer, die mit Kosmetika gefüllt sind und bei mechanischer und/oder thermischer Belastung ihren Inhalt freisetzen. Weitere Beispiele sind die Inkorporation von bioziden Silberpartikeln, Sonnenschutz und Schmutzabweisern. Ein mögliches Gefahrenpotential ergibt sich aufgrund der Partikelgröße nicht über die Haut, wohl aber über Inhalation oder eine orale Aufnahme. [84]

Abbildung 9: Verteilung der Ekzemreaktion bei Bekleidungskezemen. [19]



2. Literaturübersicht

Der bedeutendste Aufnahmeweg bei Textilchemikalien ist eindeutig die transdermale Aufnahme. Schweißdrüsenreiche und feuchtwarme Hautregionen sind von Bekleidungssekzemen besonders betroffen. [19] Dennoch sollten die inhalative Aufnahme und bei Kleinkindern auch die orale Aufnahme nicht außer Acht gelassen werden. [36]

2.2.4.2 Textilkennzeichnungsgesetz (1969) [85]

Das Textilkennzeichnungsgesetz (TextilKennzG) verpflichtet Industrie und Handel, Textilerzeugnisse mit einer detaillierten Angabe über Art und Gewichtsanteil der verwendeten textilen Rohstoffe zu versehen. Das Textilsiegel soll dem Verbraucher Informationen über das Material und dessen Verarbeitung aufzeigen. [85]

OEKO-TEX® Standard 100 und 1000 [17, 86, 87] sind die bekanntesten Textil-Label und stehen für Schadstoffprüfungen der Produkte in allen Verarbeitungsstufen. Die Grenzwerte für Schadstoffgehalte sind strenger als die gesetzlichen Bestimmungen. Es existiert ein Verbot für Allergie auslösende Farbstoffe. OEKO-TEX® Standard 1000 prüft außerdem die Produktionsökologie. Weitere Label sind das Europäische Umweltzeichen, die EU-Blume, Naturtextil und GOTS - Global Organic Textile Standard [86]. Vom TÜV Rheinland werden noch das TOXProof und das ECO-Proof Label verwendet.

Abbildung 10: Textil-Label [86-88]



3. Material und Methode

3.1 Hypothesen

3.1.1 Haupthypothese

Verbessertes Spülen mit mehr Wassermenge und zusätzlicher Erwärmung der Spülgänge verspricht eine Reduzierung der Waschmittelrückstände in der Wäsche.

3.1.2 Sekundärhypothese

Durch das intensivere Spülen sollte sich somit auch eine Verbesserung der klinischen Symptome und des Hautbildes bei jungen Patienten mit atopischer Dermatitis ergeben.

3.2 Versuchsbeschreibung

Durch diesen wissenschaftlichen Versuch sollte geklärt werden, ob in der Wäsche verbleibende Waschmittelrückstände bei hautsensiblen Kindern mit dem Krankheitsbild der atopischen Dermatitis zu klinisch nachweisbaren Hautreaktionen führen.

Dazu wurde jeweils unter Schweißbändern an einem Fußknöchel ein intensiv warm gespültes Wäschestück für 48 Stunden, am anderen Knöchel ein normal gewaschenes Wäschestück im gleichen Zeitraum getragen. Vor und nach der Tragezeit wurde das oben genannte Hautareal von einem dermatologisch erfahrenen Arzt nach einem modifizierten SCORAD bewertet. Zusätzlich wurden die Befunde fotografisch einheitlich dokumentiert.

Baden und Waschen der mit den Schweißbändern bedeckten Hautareale sowie die Anwendung lokaler Pharmaka musste während des Untersuchungszeitraumes unterbleiben. Bei eventuell auftretendem unerträglichem Juckreiz wurde der Versuch vorher abgebrochen und das Ergebnis dokumentiert.

Mit dieser Studie sollten Messdaten erhoben werden, die belegen ob durch eine verstärkte Spülwirkung mit erwärmtem Spülwasser bei Haushaltswaschmaschinen eine Verbesserung der neurodermitischen Hautsymptomatik erwartet werden kann.

Die Proben wurden von einem Bettlaken aus Baumwolle, welches mit einer Zickzackschere in Streifen von 9 x 19 cm und für größere Kinder 9 x 22 cm zerteilt wurde, hergestellt.

Wie in Abbildung 13 dargestellt, ist das zur Befestigung dienende Schweißband 6 cm breit, so dass die Stoffproben beidseits geringfügig überstehen.

3. Material und Methode

Den oben beschriebenen speziellen Spülvorgang ermöglichte ein Prototyp einer Waschmaschine mit optimiertem Spülprozess, in dem Textilien warm und mit mehr Wasser als heute üblich gespült werden können. Die heutigen Haushaltswaschmaschinen spülen kalt und häufig nur zwei Mal, meist mit einer insgesamt geringen Menge an Wasser. Die ökonomischen Bestrebungen zur Energieverringerung und Wassereinsparung stehen hier höchstwahrscheinlich den neurodermatischen Problemen diametral gegenüber.

Die Waschmittelrückstände sollten über das verbesserte Spülverfahren wesentlich reduziert werden. Deshalb erfolgte zusätzlich eine chemisch-analytische Bestimmung der Waschmittelrückstände. Zum einen durch Ermittlung und Vergleich der Effektivität der kalten und warmen Spülgänge mit Hilfe des Alkalitätsnachweises. Und zum anderen durch den direkten Nachweis des quantitativ am häufigsten verwendeten Tensids, lineares Alkylbenzolsulfonat (LAS), unter Anwendung der UV-Spektroskopie.

3.3 Art des Projekts

Bei dieser Untersuchung handelte es sich um ein Humanexperiment.

3.4 Ethikkommission

Die Studie wurde entsprechend des Ethikantrages vom 5.11.2004 vom Ethikausschuss 2 des Virchow-Klinikum der Charité genehmigt. Spezielle Risiken oder unerwünschte Nebenwirkungen wurden nicht gesehen.

3.4.1 Probandenaufklärung

Die Eltern der Patienten erhielten im Vorgespräch mit dem Arzt eine mündliche und schriftliche Aufklärung über Absicht, Durchführung sowie Nutzen und Risiken der Studie. Aufklärung und Einverständniserklärung zum Studienverlauf sind unterschrieben und dokumentiert. Die Probanden wurden darüber informiert, dass die Teilnahme freiwillig ist und ohne Angabe von Gründen jeder Zeit abgebrochen werden kann. Bei Verschlechterung des Hautzustandes oder Zunahme der subjektiven Beschwerden, bestand stets die Möglichkeit die Proben zu entfernen. Den Eltern der Kinder wurde ebenfalls mitgeteilt, dass die Datenschutzbelange Berücksichtigung finden.

3.5 Blindung

Bei dieser Studie handelte es sich um einen klinischen Doppelblindversuch. Weder der Patient noch der untersuchende Arzt wussten, an welchem Knöchel sich die normal oder intensiv gespülte Stoffprobe befindet. Zur weiteren Auswertung der gewonnenen Daten wurde eine Verschlüsselungstabelle der Stoffproben erstellt.

3.6 Ein- und Ausschlusskriterien

Das Probandenkollektiv wurde rekrutiert aus den Patienten einer Rehabilitationsklinik auf Norderney und einer weiteren auf Usedom Kölpinsee. Es sollte die Reaktion auf Waschmittelrückstände von 80 Kindern mit atopischer Dermatitis im Alter von 4 – 8 Jahren getestet werden, die einen Schweregrad des Ekzems von 20 - 40 des 103 Punkte umfassenden SCORAD aufweisen.

3.7 Modifizierter SCORAD

Haut-Scores dienen der Dokumentation der Ausdehnung und des Schweregrades. [44] Alle Ergebnisse wurden in einem entsprechenden Befundbogen zu den einzelnen Untersuchungsterminen festgehalten. Der Aufnahme-SCORAD, das Alter des Kindes und die Medikamenteneinnahme wurden ebenfalls notiert.

Für unsere Untersuchungen wurde der Teil A und B des SCORAD der European Task Force on Atopic Dermatitis verwendet. Die im Teil C enthaltenen subjektiven Symptome wurden nicht berücksichtigt, da eine zuverlässige Angabe von Kindern in dieser Altersklasse nicht erwartet werden konnte.

Die betroffene Gesamtfläche und die Intensität wurden jeweils für den rechten und linken Knöchel getrennt unterteilt und beziehen sich nur auf diese Region. Die Beurteilung des Hautbildes durch den Arzt erfolgte zu Beginn, am Untersuchungszeitpunkt 1 und nach 48 Stunden, am Untersuchungszeitpunkt 2. Die einzeln aufgeführten Hauteffloreszenzen aus Teil B des SCORAD- Befundbogens wurden nach den Schweregraden 0 bis 3 erfasst.

3. Material und Methode

Abbildung 11: Modifizierter SCORAD

Waschmittelrückstand-Studie bei Kindern mit AD

(Entsprechendes bitte eintragen oder umkreisen)

Nr.

Name:

Vorname:

Geburtsdatum:

Untersuchungsdatum 1:

Untersuchungsdatum 2:

Betroffene Fläche 1.Termin (links): 0% 25% 50% 75% 100%

Betroffene Fläche 2.Termin (links): 0% 25% 50% 75% 100%

Betroffene Fläche 1.Termin (rechts): 0% 25% 50% 75% 100%

Betroffene Fläche 2.Termin (rechts): 0% 25% 50% 75% 100%

Intensität (SCORAD-Sektion B):

Skala von 0-3	links 1. Termin	links 2.Termin	rechts 1.Termin	rechts 2.Termin
Erythem				
Nässen/Krusten				
Ödem/Papeln				
Exkoration				
Lichenifikation				
Trockenheit				
Summe				

Summe 1.Termin (links):

Summe 1.Termin (rechts):

Summe 2.Termin (links):

Summe 2.Termin (rechts):

Photo 1.Termin:

JA

NEIN

Photo 2.Termin:

JA

NEIN

3.8 Klinische Untersuchung

3.8.1 Epikutantest

Der Epikutantest oder auch Patch-Test genannt ist das einzige für die Routinediagnostik geeignete Instrument zum Nachweis einer Sensibilisierung gegen ein Kontaktallergen. Die Testung ist indiziert bei klinischem Verdacht auf eine kontaktallergische Reaktion der Haut oder hautnahen Schleimhaut. Sie dient dem Nachweis oder Ausschluss einer Allergie vom Spättyp, bei Verdacht einer Provozierung oder Verschlimmerung einer bestehenden Dermatose. Die Allergenexposition soll 24 oder 48 Stunden betragen. [29, 89]

Bei der Durchführung werden Kontaktstoffe in einem umschriebenen Areal auf die gesunde Haut aufgebracht in der Erwartung, dass der als Verursacher verdächtige Stoff in dem Testareal eine Reaktion provoziert, die auf Grund der Morphe als Ekzem und auf Grund der zeitlichen Entwicklung als Allergie vom Spättyp gedeutet wird. Ist dies der Fall, dann wurde eine epikutane Sensibilisierung des Patienten gegen den Stoff diagnostiziert und der Stoff selbst als Allergen identifiziert. [29, 90]

Zur Testung der Probanden auf vorhandene Waschmittelrückstände wurde ein Epikutantest beziehungsweise Lappchentest durchgeführt. Diese Lappchen sind für jüngere Kinder in der Größe 9 x 19 cm und für ältere Kinder in der Größe 9 x 22 cm aus einem Baumwoll-Laken zugeschnitten. Die Stoffproben mit den unterschiedlichen Anteilen von Waschmittelrückständen wurden nicht auf die Haut geklebt, sondern mit einem Schweißband befestigt und für 48 Stunden getragen.

3.8.2 Durchführung

Die Durchführung der Untersuchung am Patienten erfolgte jeweils an 2 Terminen nach einem standardisierten Ablauf. Die visuelle Beurteilung des Hautbefundes nach dem modifizierten SCORAD wurde an der entsprechenden Rehabilitationsklinik immer von demselben Arzt vorgenommen um subjektive Ablesefehler zu minimieren. Zum Eingrenzen des zu untersuchenden Hautareals wurde ein grünes OP-Tuch mit Sichtfenster verwendet. Im ersten Schritt erfolgte die fotografische Dokumentation des jeweiligen Knöchels. Nach dem Ablesen des Hautbefundes durch den Arzt und Dokumentation der Werte im Untersuchungsbogen wurden die Stoffproben

3. Material und Methode

mit einem Schweißband an den Knöcheln fixiert. Darüber lagen eventuell noch die Strümpfe des Kindes und gewährleisteten zusätzlich einen sicheren Sitz der Proben. Die Eltern und Kinder wurden darauf aufmerksam gemacht, dass während des Untersuchungszeitraumes an den Teststellen keine Pflegeprodukte oder Medikamente angewendet werden dürfen und auch das Waschen der Region unterbleiben soll.

Nach 48 Stunden erfolgte die Abnahme der Proben sowie die schriftliche und fotografische Dokumentation in gleicher Reihenfolge wie bei Termin 1.

Abbildung 12: Knöchelregion rechts – Untersuchungstermin 1



Abbildung 13: Knöchelregion rechts nach Probenfixierung – Untersuchungstermin 1



3.8.3 Fotografische Dokumentation

Das Erscheinungsbild der Haut wurde vor dem Anlegen der Proben und 48 Stunden später, direkt nach dem Abnehmen derselben, fotografisch dokumentiert.

Die Bilder des vorgegebenen Areal am Knöchel wurden jeweils von lateral, ventral und medial festgehalten.

Dazu wurde ein Ringblitz mit Weißabgleich benutzt, um ein standardisiertes Licht zu gewährleisten. Ein grünes OP-Tuch mit Sichtfenster bildete den Kontrast zur Haut und begrenzte das entsprechende Untersuchungsareal.

Da es sich um ein konvexes Hautareal handelte, war es wichtig ein Referenzobjekt zu benutzen, um bei allen Bildern eine konstante Tiefenschärfe zu gewährleisten.

3. Material und Methode

3.9 Waschablauf

Der Waschvorgang wurde in Anlehnung an die standardisierte EN 60456 von 2005 und 2011 durchgeführt. Die IEC 60456 ist ein Normverfahren für Haushaltswaschmaschinen und behandelt die Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften von Geräten zum Waschen von Textilien mit oder ohne Heizeinrichtung für den Hausgebrauch. [77]

Die vorgegebenen Waschbedingungen wurden also hinsichtlich Temperatur, Wäschestücke, Waschzeit und Waschmechanik genau definiert. Ebenso wurden die einzelnen Standards für die Prüfung, wie die Norm-Wäsche und deren Klimatisierung, die angeschmutzten Teststreifen und sonstige Laborbedingungen entsprechend festgelegt.

Die Wäschestücke wurden zu Beginn bei 95°C und 1600 U/min ohne Waschmittel gewaschen und anschließend im Trockner auf „Schranktrocken plus“ getrocknet. Dadurch wurde die Grundbeladung auf einen einheitlichen Basiswert gebracht und eventuelle Verunreinigungen durch Schmutz oder Waschmittelreste beseitigt.

Die festgelegte Standardbeladung für 4 kg Wäsche besteht laut Anhang ZD der IEC 60456 Norm aus 14 Handtüchern, 2 Laken und 4 Kopfkissen der Firma EMPA Testmaterialien AG St. Gallen. Diese Wäschestücke waren ungefärbt und aus Baumwolle. Daran wurden die 4 EMPA Anschmutzungsstreifen und die Proben mit einem Tacker nach Vorschrift befestigt. Das Falten der Wäschestücke sowie die Ausrichtung und Reihenfolge der Maschinenbeladung waren ebenfalls vorgegeben. Die Art und Weise der Beladung der Maschine beeinflusst die Ergebnisse, insbesondere die der Waschwirkung. Um reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten, ist es daher notwendig, die Art und Weise der Beladung der Maschine genau zu definieren und den Anleitungen exakt Folge zu leisten. [77]

3.9.1 Waschmittel

Nach der IEC Norm 60456 wird für Waschversuche ein sogenanntes Referenzwaschmittel verwendet. Dieses ist genormt und besteht aus den drei Komponenten: Phosphatfreies und enzymhaltiges Grundwaschmittel (77 Prozent), Bleichmittel mit Perborat (20 Prozent) und Bleichaktivator (3 Prozent). [77]

Für die Untersuchungen der Studie sollte sich allerdings die Auswahl des Waschmittels so nah wie möglich am Verbraucher orientieren. Aus diesem Grund wurde von uns der Marktführer

Persil® gewählt. Hierbei handelt es sich um die Pulverform des Waschmittels Persil Universal Megaperls®.

3.9.2 Durchführung

Die Vorbereitungen und das Waschen der Stoffproben für die Studie wurden im Jahr 2008 durchgeführt. Alle Proben des Waschvorganges von 2008 wurden für die Probanden verwendet und zusätzlich UV-spektroskopisch untersucht. Dieser erste Waschzyklus bot ein Maximum an technischen Möglichkeiten zur Elimination von Waschmittelrückständen aus dem Textilgewebe.

Im Jahr 2011 wurden ein zweites Mal Proben angefertigt, welche aber nur zur chemischen Analyse mittels Alkalitätstest und UV-Spektroskopie dienen sollten. Der Waschablauf von 2011 unterscheidet sich für die warm und kalt gespülten Proben nur hinsichtlich der Spülgangtemperatur. Dieser zweite zusätzliche Waschzyklus sollte die Frage klären, ob eine relevante Verminderung der Waschmittelrückstände allein durch die Temperatur der Spülgänge erreicht werden kann.

3.9.2.1 Waschvorgang des Jahres 2008

Kalt und warm gespülte Proben wurden im ersten Teil des Waschablaufes zusammen in der Prototyp-Waschmaschine gewaschen. Die auf dem Basiswert vorliegende Grundbeladung für 4 kg Wäsche wurde gewogen, entsprechend den Normvorgaben aus IEC 60456 mit 4 Anschmutzungen sowie den Stoffproben bestückt und die Maschine beladen. Das Waschmittel-fach II wurde entsprechend der Wasserhärte 3 mit 120g des Waschmittels Persil Universal Megaperls® befüllt. Das hierbei gewählte Programm war Buntwäsche 40°C bei 1400 Upm und 3 Spülgängen kalt. Nach Beendigung dieses ersten Waschzyklus wurde nun die gesamte Wäsche entnommen und die 4 Anschmutzungen sowie die Hälfte der Proben entfernt. Diese dienten als die kalt gespülten Proben.

Um eine stärkere Elimination von Waschmittelrückständen zu erreichen, wurde die andere Hälfte der Stoffproben ein zweites Mal im Hauptwaschgang gewaschen. Als Programm für die intensiv warm gespülten Proben wurde Buntwäsche 75°C mit 1400 Upm ohne Waschmittel und Anschmutzung ausgewählt. Dieser Hauptwaschgang diente somit als zusätzlicher Warmspülgang. Es folgten im Anschluss noch 3 weitere Warmspülgänge mit 40°C warmen Spülwasser. Dieser Waschgang endete mit einem Schleudergang bei 1400 Upm. Danach wurde die Beladung

3. Material und Methode

entnommen und mit einer Extremschleuder bei 2500 Upm für 10 min geschleudert. Nach dem Schleudern sind die warm gespülten Proben fertig.

Die kalt und warm gespülten Stoffproben wurden im Trockner auf „Bügelfeucht 2 Tropfen“ getrocknet und anschließend gebügelt. Danach erfolgte das paarweise Einschweißen in sterile Folientüten und die gleichzeitige Verschlüsselung der Probenpaare.

3.9.2.2 Waschvorgang des Jahres 2011

Zu Beginn erfolgten wieder das Wiegen der trockenen Wäsche und die Beladung der Prototyp-Waschmaschine entsprechend der Norm IEC 60456 für 4 Kg. Die Maschine wurde im Waschmittelfach II mit 142 g des oben genannten Waschmittels befüllt. Dabei orientierte sich die Waschmittelmenge am Härtegrad 3 des Berliner Leitungswassers. Mittels der Programmwahltaste wurde das Programm Buntwäsche 60°C medicwash, kalt spülen und Endschleudern bei 1200 U/min eingestellt und der Vorgang gestartet. Der gesamte Waschgang dauerte circa 1,5 Stunden. Eine Probenentnahme für die Alkalitätsbestimmung der Flotte erfolgte jeweils nach dem Hauptwaschgang, dem ersten, zweiten und dritten Spülgang sowie nach dem Schleudergang. Im Anschluss wurde die Waschmaschine entleert und die 4 Anschmutzungen sowie die Proben von den Handtüchern entfernt.

Um die Menge der verblieben Rückstände in den Proben mittels Alkalitätsnachweis zu bestimmen, wurde nun zusätzlich aus der Grundbeladung die Restfeuchte mit Hilfe einer Extremschleuder bei 2500 U/min für 10 min zentrifugiert und aufgefangen. Die Maschinentrommel und die Extremschleuder wurden zwischen den Arbeitsgängen immer wieder mit Leitungswasser gesäubert und getrocknet um eventuelle Rückstände zu beseitigen.

Für den Durchlauf der warm gespülten Proben wurde zu Beginn die Grundbeladung wieder auf den Basiswert gebracht, getrocknet und gewogen. Es wurden neue Anschmutzungen sowie Proben an den Handtüchern befestigt und die Maschine nach IEC 60456 Norm beladen. Die 142 g des oben genannten Waschmittels wurden abgewogen und in das Waschmittelfach II für den Hauptwaschgang gegeben. Diesmal wurde das Programm Buntwäsche 60°C medicwash, warm spülen und Endschleudern bei 1200 U/min eingestellt und der Vorgang gestartet. Durch die zusätzliche Erwärmung der Spülgänge auf 40°C dauerte nun der gesamte Waschablauf circa 2 Stunden. Anschließend wurde die Maschine entleert und die 4 Anschmutzstreifen sowie die warm gespülten Proben von den Handtüchern entfernt.

3. Material und Methode

Wieder wurde für den Alkalitätsnachweis mit Hilfe der Extremschleuder bei 2500 U/min zusätzliche Restfeuchte aus der Grundbeladung aufgefangen.

Alle Stoffproben wurden wieder im Trockner auf „Bügelfeucht 2 Tropfen“ getrocknet und anschließend gebügelt. Danach erfolgte das paarweise Einschweißen in sterile Folientüten und die Verschlüsselung der Proben.

3.9.3 Prüfstreifen der Firma EMPA

Diese Prüfstreifen als Standard-Anschmutzungen bestehen aus quadratischen Prüflingen oder Prüffeldern mit den Maßen $(150 \pm 5) \text{ mm} \times (150 \pm 5) \text{ mm}$. Bei dem Trägermaterial für eine solche Anschmutzung handelt es sich um reine Baumwolle. Eine Prüfanschmutzung besitzt jeweils vier Komponenten für Ruß/Mineralöl, Blut, Rotwein und Kakao sowie ein leeres Feld mit Angaben zu Lieferant und Seriennummer.

Optische Messungen der unterschiedlichen Exemplare gewaschener Schmutzprüfstreifen zur Ermittlung der Waschleistung werden mit einem Spektralfotometer durchgeführt.

Dieser Anschmutzstreifen ist standardisiert erhältlich und wird mit metallfreien Klammern an den Handtüchern befestigt. [77] Die einzelnen Komponenten des Prüfstreifens simulieren den normalen Verschmutzungsgrad der alltäglichen Wäsche. Ohne diese künstlichen Anschmutzungen würden die verschiedenen Waschmittelinhaltsstoffe nicht entsprechend chemisch reagieren und es wäre keine gültige Aussage über die Waschwirkung möglich. So lässt sich durch Ruß und Mineralöl eine Aussage über den Auswascheffekt treffen. Blut zeigt die Effektivität der Entfernung von Protein-Pigmenten an. Durch Kakao kann die Elimination von organischen Pigmenten und mit Hilfe von Rotwein die Bleichwirkung eingeschätzt werden. [77]

Für diese Studie dienten die Prüfstreifen mit künstlicher Anschmutzung nur um die Interaktion mit den Waschmittelbestandteilen zu gewährleisten. Eine Aussage über die Waschwirkung sollte nicht getroffen werden.

3. Material und Methode

Abbildung 14: EMPA Prüfanschmutzung nach dem Waschgang

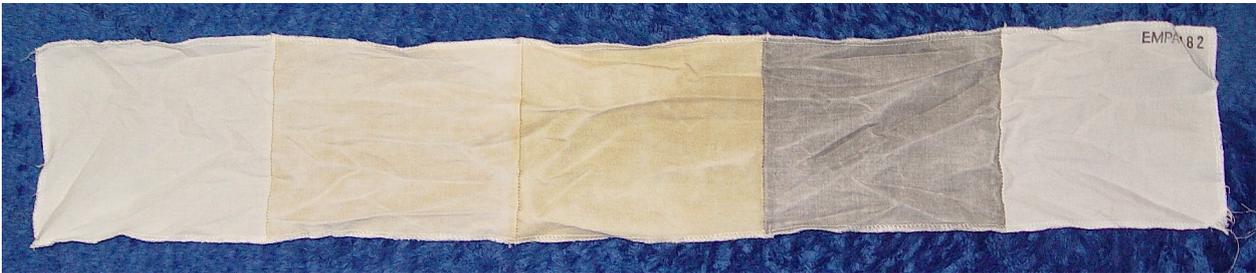
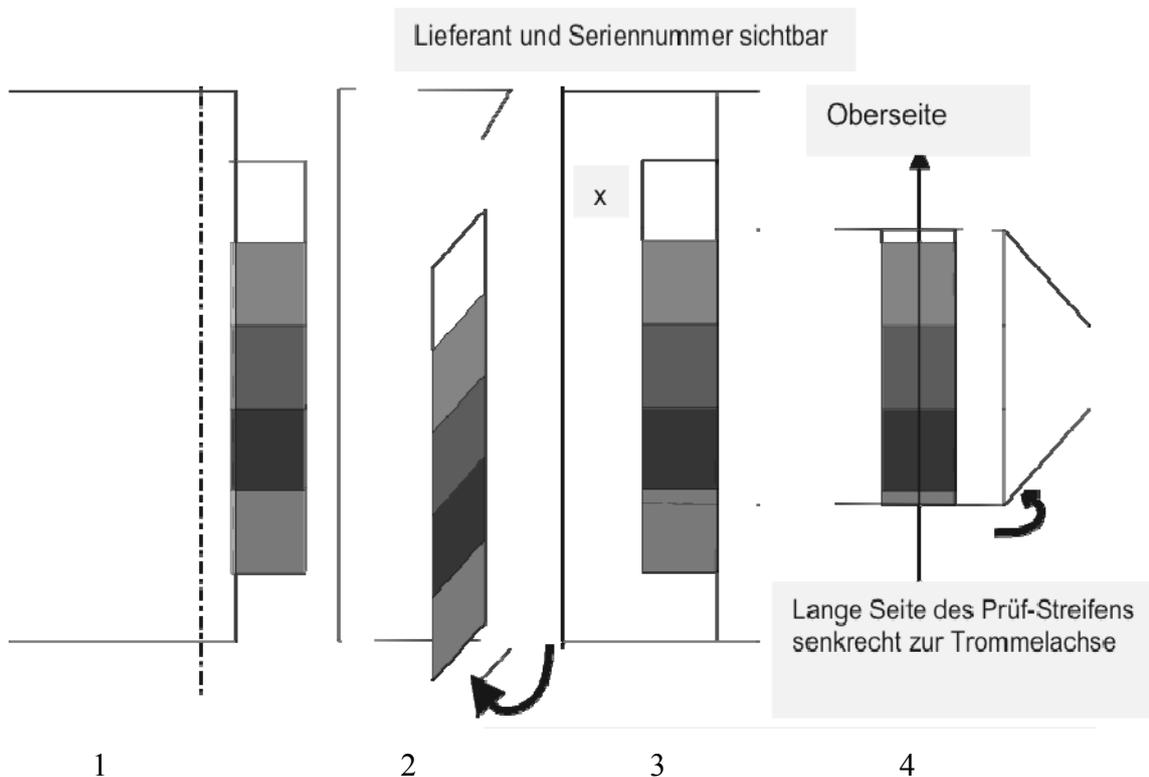


Abbildung 15: Befestigung der Prüfanschmutzung [77]



Der Prüfstreifen wurde 1 cm überlappend in der Mitte der Handtuchlängsseite befestigt. (1) Das Handtuch wurde einmal auf der Streifenseite gefaltet, so dass der befestigte Streifen in der Mitte des Handtuches lag. (2 und 3) Das Handtuch wurde nochmals gefaltet, zweimal gegen die kurze Seite, so dass die drei Verschmutzungen auf der Oberseite des Handtuches verbleiben. (4)

3.10 Analyse der Flotte

3.10.1 Bestimmung der Alkalität

Die Alkali-Titration der Waschflotte ist ein Indikator für die Menge der gelösten Waschmittelbestandteile in der Flotte und somit auch im Gewebe. Dadurch wird eine Aussage über die Effektivität der Spülwirkung möglich. [91] Die Wäsche wird in einem stark alkalischen Medium mit einem pH Bereich zwischen 7,5 – 10 gewaschen. Der Spülprozess reicht nicht aus um alle Alkali-Reste vollständig zu entfernen, sodass ein gewisser Rest im Gewebe zurückbleibt. In kommerziellen Wäschereien wird aus diesem Grund Essigsäure zugegeben um einen pH Wert von 6,5 – 7,5 zu erreichen. Im häuslichen Gebrauch jedoch liegt die Alkalität der gespülten Wäsche zwischen pH 9 und 10. [12] Es besteht eine Korrelation zwischen dem pH-Wert des letzten Spülganges und der Menge an Waschmittelrückständen in den Textilien. [69]

Zur Untersuchung wurden jeweils Wasserproben entnommen vom Hauptwaschgang, ersten, zweiten und dritten Spülgang sowie vom Schleudergang mit 1200 U/min. Nach Entnahme der Proben wurde die Grundbeladung noch einmal bei 2500 U/min geschleudert und die Restfeuchte aufgefangen. Alle 6 Proben wurden in Beziehung zum Leitungswasser gesetzt.

Die Bestimmung der pH-Werte mittels Säuretitration wurde von mir im Labor der Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH durchgeführt.

Um die Alkalität sowohl der Wasserproben, die aus dem Waschvorgang entnommen wurden, als auch der Probe des Leitungswassers zu bestimmen, wurde das folgende Verfahren nach der aktuellen EN 60456 von 2011 angewendet. Die zu untersuchende Flotte wurde in Gläser von je 100 ml gefüllt und schnell innerhalb von 180 Sekunden auf einen pH-Wert von 4,5 titriert. Dieser Vorgang wurde mit 0,1 molarer Salzsäure (HCL) unter Verwendung einer Mikrobürette, welche fortlaufend den pH-Wert erfasste, durchgeführt. Die verwendete Säuremenge (in ml auf zwei Dezimalstellen genau) wurde im Bericht angegeben. [77] Die Bestimmung erfolgte für alle 13 Proben in gleicher Vorgehensweise.

3.10.2 Bestimmung der Tensidrückstände mittels UV-Spektroskopie

Als waschaktive Substanzen werden zu über 80 % anionische sowie nichtionische Tenside eingesetzt und bilden somit den Haupttensidanteil. [8, 52] Tenside sind Grenzflächenaktive Stoffe und reagieren deshalb auch mit den oberen Schichten der Haut. Es kommt zu einer Entfettung und später zur Austrocknung der Haut. [52] Die damit einhergehende Störung der Barrierefunk-

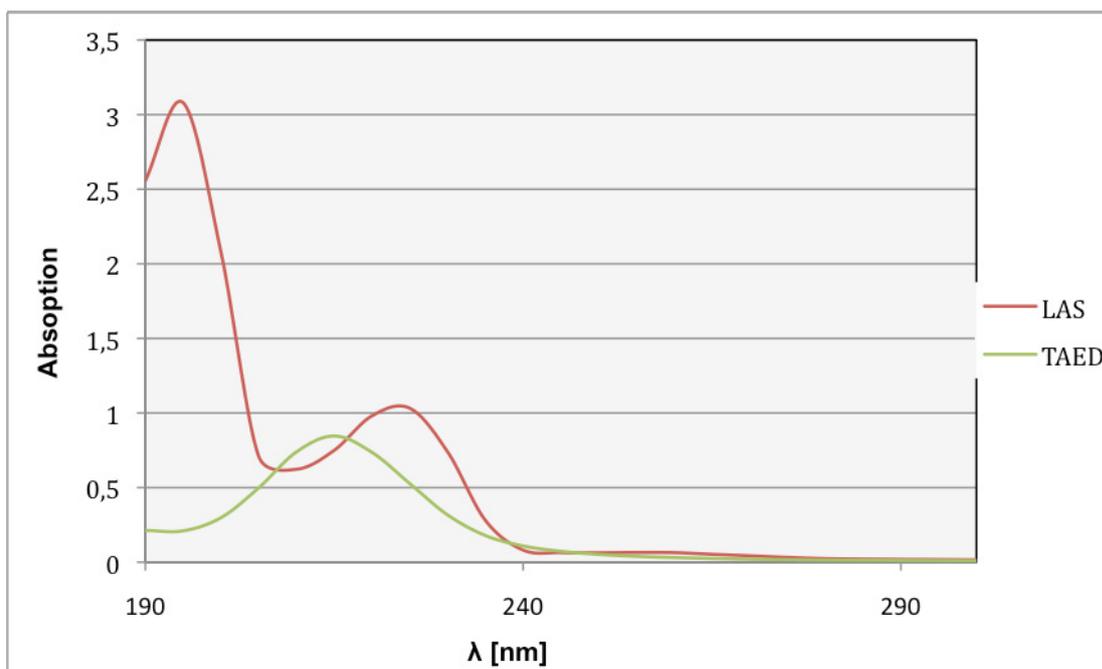
3. Material und Methode

tion erleichtert das Eindringen von potentiellen Allergenen. Das Irritans durchdringt die vorgeschädigte Hornschicht und löst nach einer Latenzphase eine entzündliche Reaktion in der Epidermis aus. [19]

Anionische Tenside sind quantitativ die am stärksten in den Textilien verbleibenden Rückstände und verursachen den größten Irritationseffekt auf die Haut. Ihr Anteil steigt mit zunehmender Waschmittelmenge und abnehmendem Spülwasser. [69] Unter den anionischen Tensiden ist das lineare Alkylbenzolsulfonat (LAS), das vom globalen Marktvolumen her nach wie vor wichtigste synthetische Tensid in Waschmittelformulierungen. [8, 14] Dabei besteht eine enge Beziehung zwischen der Länge der Alkyl-Ketten anionischer Tenside und einer Hautirritation. [8]

Die quantitative Bestimmung des linearen Alkylbenzolsulfonates (LAS) ist wenig störanfällig und auch für geringe Konzentrationen geeignet. Da der Bleichaktivator TAED ebenfalls im UV-Bereich aktiv ist, wurde TAED immer gleichzeitig mitbestimmt. TAED ist jedoch im Waschmittel nur zu einem sehr geringen Anteil enthalten. Daher sind die ermittelten Konzentrationen dieser UV-spektroskopischen Methode als Summenparameter aus LAS (223 nm) und TAED (215 nm) angegeben. [92]

Abbildung 16: LAS und TAED – Spektrum [92]



3. Material und Methode

Die Tensidbestimmung wurde von der TU Berlin Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie durchgeführt.

Zunächst wurden die 10 Probenpaare von 2008 und die 10 Probenpaare von 2011 auf die exakt gleiche Größe zugeschnitten um Mengendifferenzen weitestgehend auszuschließen.

Zur vollständigen Extraktion der Tenside von den Stoffproben der Waschversuche wurden die Proben in destilliertes Wasser bei pH 9 gegeben und mit 200 U/min für 3 Stunden geschüttelt. Anschließend wurde die Absorption der Proben bei 223 nm gemessen. [92]

4. Ergebnisse

4. Ergebnisse

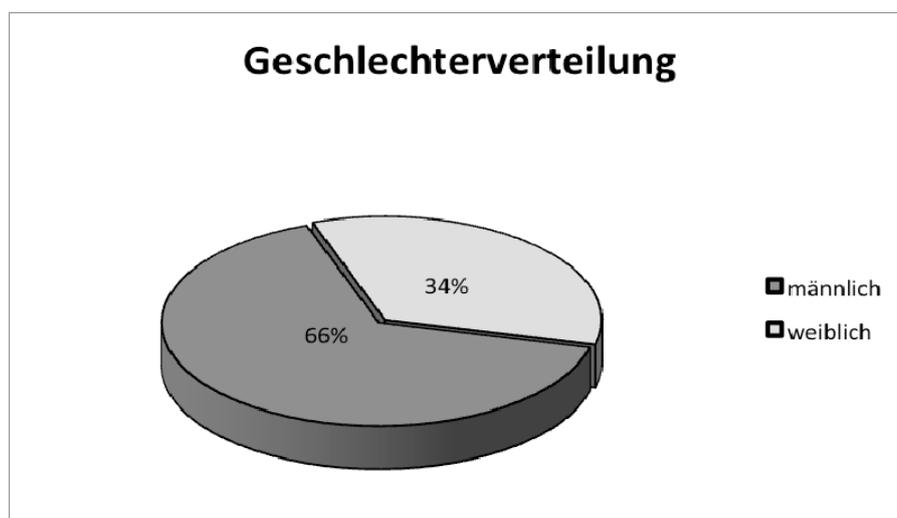
4.1 Allgemeines

Die Untersuchung der n=35 Probanden wurde als klinische Doppelblindstudie in der Zeit von April 2008 bis Februar 2011 durchgeführt. Die Rekrutierung der Kinder erfolgte überwiegend an der Nordseeklinik „Haus Hanseatic“ auf Norderney und zu einem geringen Anteil am Kinder-Reha-Zentrum Usedom in Kölpinsee. Mit Ausnahme der 6 Kinder von Kölpinsee wurden alle anderen immer vom selben dermatologisch geschulten Arzt visuell begutachtet. Die Patienten waren an der jeweiligen Rehabilitationsklinik wegen des Krankheitsbildes der atopischen Dermatitis für mehrere Wochen in stationärer Behandlung im Sinne einer Mutter-Kind-Kur. Einige der Kinder erhielten eine systemische oder lokale medikamentöse Begleittherapie zur Linderung ihrer Symptome. Während der gesamten Studiendauer sind keine schwerwiegenden unerwünschten Ereignisse aufgetreten. Zwei Kinder (Geschwister) haben die Proben während des Untersuchungszeitraumes vorzeitig entfernt und konnten deshalb bei der konkreten Auswertung nicht mit berücksichtigt werden.

Geschlechterverteilung

Im Zeitraum von 2008 bis 2011 waren insgesamt 35 Kinder an der Studie beteiligt. Davon waren 23 (65,7 % der Probanden) männlich und 12 (34,3 % der Probanden) weiblich.

Graphik 1: Geschlechterverteilung



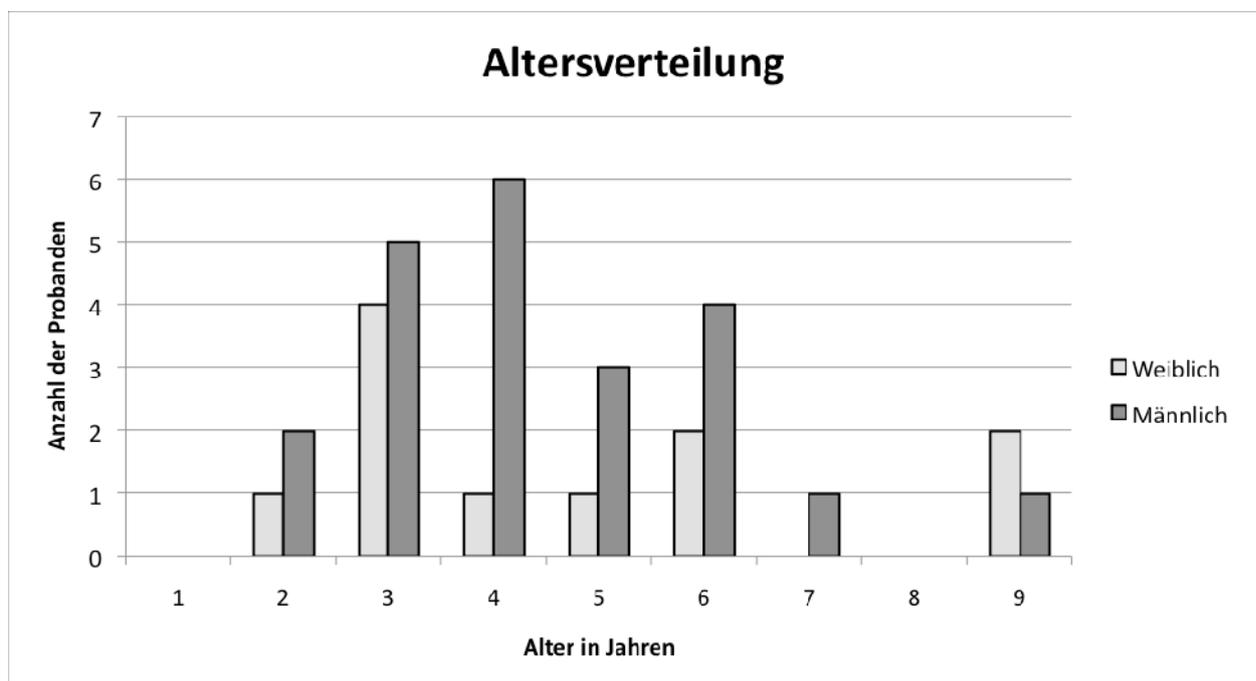
Da von 2 Kindern die Proben vorzeitig abgenommen wurden, konnten nur 33 Patienten ausgewertet werden. Die Verteilung zeigt ein deutliches Überwiegen der männlichen Probanden.

4.1.1 Altersverteilung

Für die vorliegende Studie an Patienten mit atopischer Dermatitis wurden speziell nur Kinder ausgewählt, da bisher nur wenige Untersuchungen in dieser Altersgruppe vorgenommen wurden. Zudem wurde erwartet, dass die sensiblere Haut des Kindes deutlichere Ergebnisse liefert als die resolutere Haut des Erwachsenen.

Die an der Studie beteiligten Kinder waren im Alter von 2 bis 9 Jahren. Das Durchschnittsalter lag in einem Bereich zwischen 4 und 5 Jahren. Ein achtjähriges Kind war nicht unter den Probanden. Bezogen auf die Gesamtprobandenzahl von $n=35$ Patienten ergab sich für den Altersdurchschnitt ein Mittelwert von 4,6. Im Einzelnen zeigte sich für das Alter der weiblichen Probanden ein Mittelwert von 4,9 und für die männlichen Probanden ein Mittelwert von 4,4.

Graphik 2: Altersverteilung

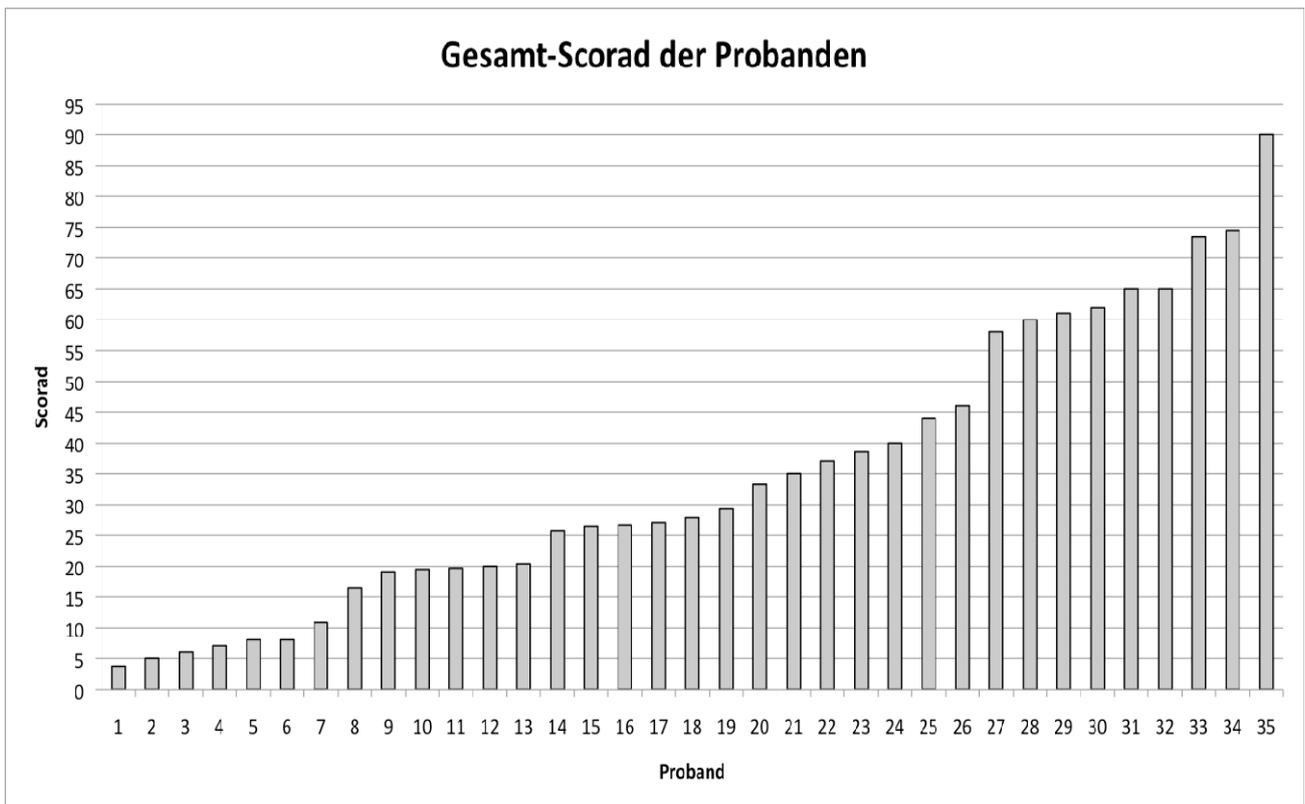


4. Ergebnisse

4.1.2 Aufnahme-SCORAD der Probanden

Zu Beginn eines jeden Klinikaufenthaltes erfolgte die eingehende Untersuchung und Diagnostik der jungen Patienten. Dabei bestimmte der aufnehmende Klinikarzt unter anderem den Gesamtkörper-SCORAD eines jeden Kindes mit atopischer Dermatitis. Eine solche Beurteilung erfolgte visuell und nach den von der European Task Force on Atopic Dermatitis vorgegebenen Richtlinien. Die Verteilung dieser SCORAD-Werte und damit die einzelnen Schweregrade der Erkrankung wurden zusätzlich erfasst und lagen für die 35 untersuchten Patienten im Bereich zwischen 3,7 und 90 mit einem Mittelwert von 34,6.

Graphik 3: Gesamt-SCORAD der einzelnen Probanden bei Klinikaufnahme

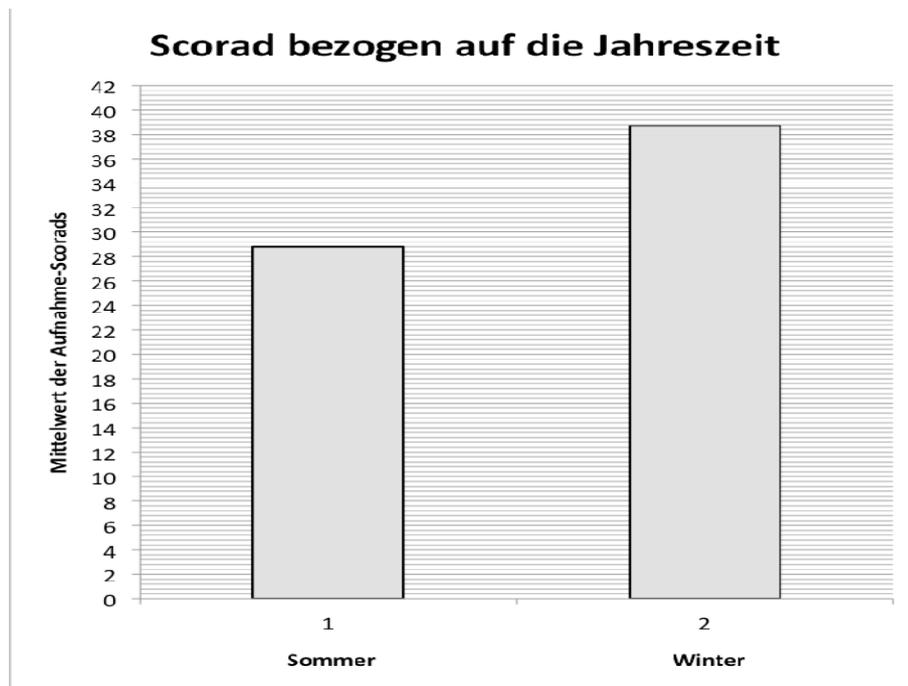


4.1.2.1 Einfluss der Jahreszeit auf den Gesamt-SCORAD

Von den 35 untersuchten Kindern waren 20 (57 %) im Sommerhalbjahr von April bis September und 15 (43 %) im Winterhalbjahr von Oktober bis März in der von uns besuchten Rehabilitationsklinik. Bei der Betrachtung des Gesamtkörper-SCORAD zum Zeitpunkt der Klinikaufnahme

zeigte sich ein höherer Durchschnittswert für das Winterhalbjahr mit 38,7 im Vergleich zum Sommerhalbjahr mit 28,8. Die Verteilung der einzelnen diagnostischen Kriterien aus Teil B des SCORAD-Befundbogens wurde hierbei nicht gesondert berücksichtigt.

Graphik 4: Mittelwerte des Aufnahme-SCORAD bezogen auf die Jahreszeit



4.1.3 Häufigkeitsverteilung der visuell diagnostizierten Befunde

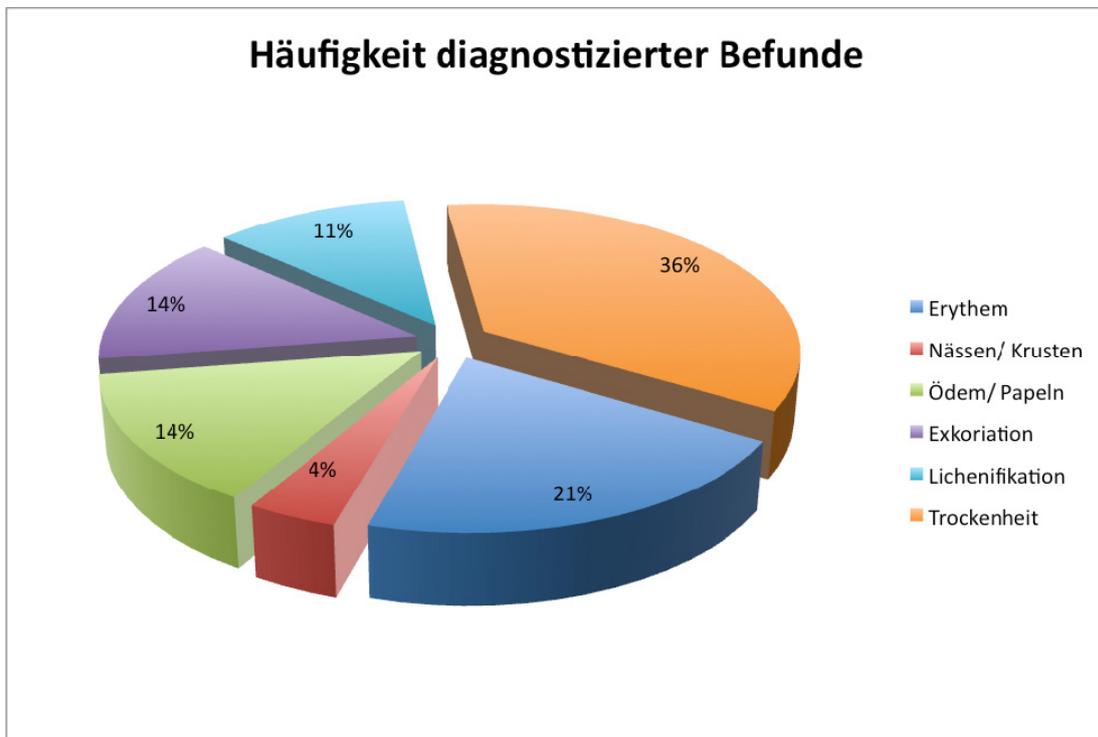
Der folgende Abschnitt der Ergebnisbetrachtung bezieht sich ausschließlich auf die festgelegte Untersuchungsregion der Fußfesseln eines jeden Probanden.

Der Teil B des SCORAD-Befundbogens enthält 6 visuell zu diagnostizierende Kriterien der Hauteffloreszenzen mit nachfolgend dargestellter Verteilung. Die Begutachtung wurde bis auf 6 Kinder immer vom selben dermatologisch geschulten Arzt durchgeführt. Am häufigsten wurde eine Trockenheit mit 36 % diagnostiziert. Danach folgten Erythem mit 21 %, Exkoration und Ödem/Papeln mit jeweils 14 % und Lichenifikation mit 11 %. Nässen/Krusten wurde mit 4 % sehr selten und nur bei Patienten mit schwerer Verlaufsform oder im Krankheitsschub beobachtet. Zusätzlich beurteilte der Arzt die einzelnen Befunde noch nach dem Schweregrad der Erscheinung mittels einer Skala von 0 bis 3.

Bei Null waren keine Hautveränderungen verifizierbar. Grad 1 umfasste leichte, Grad 2 mittel und Grad 3 schwere Veränderungen des Hautbildes im Untersuchungsgebiet.

4. Ergebnisse

Graphik 5: Häufigkeitsverteilung der Befunde aus SCORAD Teil B



4.2 Vergleich zwischen warm und kalt gespülten Proben

4.2.1 Einfluss der Proben auf den SCORAD der Patienten

Bei den meisten der untersuchten Patienten zeigte sich nach der vorgegebenen Tragezeit von 48 Stunden entweder keine Veränderung oder es kam zu einer Verbesserung der anfänglichen SCORAD-Werte vom Untersuchungszeitpunkt t1 zu t2. Nur bei einem geringen Probandenanteil war eine Verschlechterung der Ausgangssymptome zu verzeichnen. Nachfolgende Tabelle zeigt die SCORAD-Veränderungen im Teil A (Fläche) und Teil B (Intensität) für die kalt- und warm gespülten Baumwollproben.

Tabelle 1: SCORAD Teil A und B im Untersuchungszeitraum

		kalte Proben				warme Proben			
		t1	t2	t1	t2	t1	t2	t1	t2
Probe	ID	Fläche	Fläche	Intensität	Intensität	Fläche	Fläche	Intensität	Intensität
1 K	1	0%	0%	0	0	0%	0%	0	0
2 K	2	0%	0%	0	0	0%	0%	0	0
3 K	3	0%	0%	0	0	0%	0%	0	0
4 K	4	75%	75%	5	6	50%	50%	7	4
5 K	5	50%	50%	6	8	50%	50%	5	7
6 K	6	25%	0%	1	0	25%	0%	1	0
7 K	7	0%	0%	0	0	0%	0%	0	0
8 K	8	0%	0%	0	0	0%	0%	0	0
9 K	9	0%	0%	1	0	25%	0%	2	0
10 K	10	0%	0%	1	1	25%	0%	2	1
1 G	11	0%	0%	1	0	0%	0%	2	1
12 K	12	0%	0%	0	0	0%	0%	0	0
15 K	13	0%	0%	0	0	0%	0%	0	0
16 K	14	0%	0%	0	0	0%	0%	0	0
17 K	15	0%	0%	0	0	0%	0%	0	0
18 K	16	0%	0%	0	1	0%	0%	0	0
19 K	17	0%	0%	1	1	0%	0%	1	0
20 K	18	0%	0%	0	0	0%	0%	0	0
22 K	19	25%	0%	1	0	25%	0%	3	0
23 K	20	75%	50%	6	4	75%	25%	6	4
25 K	21	0%	0%	1	1	0%	0%	1	1
26 K	22	25%	25%	3	3	25%	25%	3	3
27 K	23	25%	25%	3	4	25%	25%	4	1
2 G	24	25%	25%	2	2	25%	25%	4	2
3 G	25	75%	25%	5	4	25%	25%	4	3
4 G	26	0%	0%	0	1	0%	0%	1	1
5 G	27	0%	0%	0	0	0%	0%	1	0
21 K	28	0%	0%	1	0	0%	25%	1	2
24 K	29	25%	25%	4	3	25%	25%	3	2
28 K	30	0%	0%	0	0	25%	25%	2	1
29 K	31	0%	0%	0	0	0%	0%	0	0
30 K	32	25%	0%	2	0	25%	0%	2	0
31 K	33	50%	25%	5	6	50%	25%	5	5

Da der SCORAD Teil A zu Teil B im Verhältnis 20:60 gewichtet ist wird nun in nachfolgender Tabelle auch die Fläche mit dem Faktor 1,5 bewertet.

4. Ergebnisse

Tabelle 2: SCORAD-Differenz im Untersuchungszeitraum

		kalte	Probe			warme	Probe	
	Fläche		Inten- sität	Summe	Fläche		Inten- sität	Summe
Pro- be	Diffe- renz	Diff. mal 1.5	Diffe- renz		Diffe- renz	Diff. mal 1.5	Diffe- renz	
1 K	0%	0	0	0	0%	0	0	0
2 K	0%	0	0	0	0%	0	0	0
3 K	0%	0	0	0	0%	0	0	0
4 K	0%	0	1	1	0%	0	-3	-3
5 K	0%	0	2	2	0%	0	2	2
6 K	-25%	-1,5	-1	-2,5	-25%	-1,5	-1	-2,5
7 K	0%	0	0	0	0%	0	0	0
8 K	0%	0	0	0	0%	0	0	0
9 K	0%	0	-1	-1	-25%	-1,5	-2	-3,5
10 K	0%	0	0	0	-25%	-1,5	-1	-2,5
1 G	0%	0	-1	-1	0%	0	-1	-1
12 K	0%	0	0	0	0%	0	0	0
15 K	0%	0	0	0	0%	0	0	0
16 K	0%	0	0	0	0%	0	0	0
17 K	0%	0	0	0	0%	0	0	0
18 K	0%	0	1	1	0%	0	0	0
19 K	0%	0	0	0	0%	0	-1	-1
20 K	0%	0	0	0	0%	0	0	0
22 K	-25%	-1,5	-1	-2,5	-25%	-1,5	-3	-4,5
23 K	-25%	-1,5	-2	-3,5	-50%	-3	-2	-5
25 K	0%	0	0	0	0%	0	0	0
26 K	0%	0	0	0	0%	0	0	0
27 K	0%	0	1	1	0%	0	-3	-3
2 G	0%	0	0	0	0%	0	-2	-2
3 G	-50%	-3	-1	-4	0%	0	-1	-1
4 G	0%	0	1	1	0%	0	0	0
5 G	0%	0	0	0	0%	0	-1	-1
21 K	0%	0	-1	-1	25%	1,5	1	2,5
24 K	0%	0	-1	-1	0%	0	-1	-1
28 K	0%	0	0	0	0%	0	-1	-1
29 K	0%	0	0	0	0%	0	0	0
30 K	-25%	-1,5	-2	-3,5	-25%	-1,5	-2	-3,5
31 K	-25%	-1,5	1	-0,5	-25%	-1,5	0	-1,5
			MW	-0,439393939			MW	-0,984848485

Die Signifikanz wurde mit dem t-Test ermittelt und lag bei $p=0,15241673$.

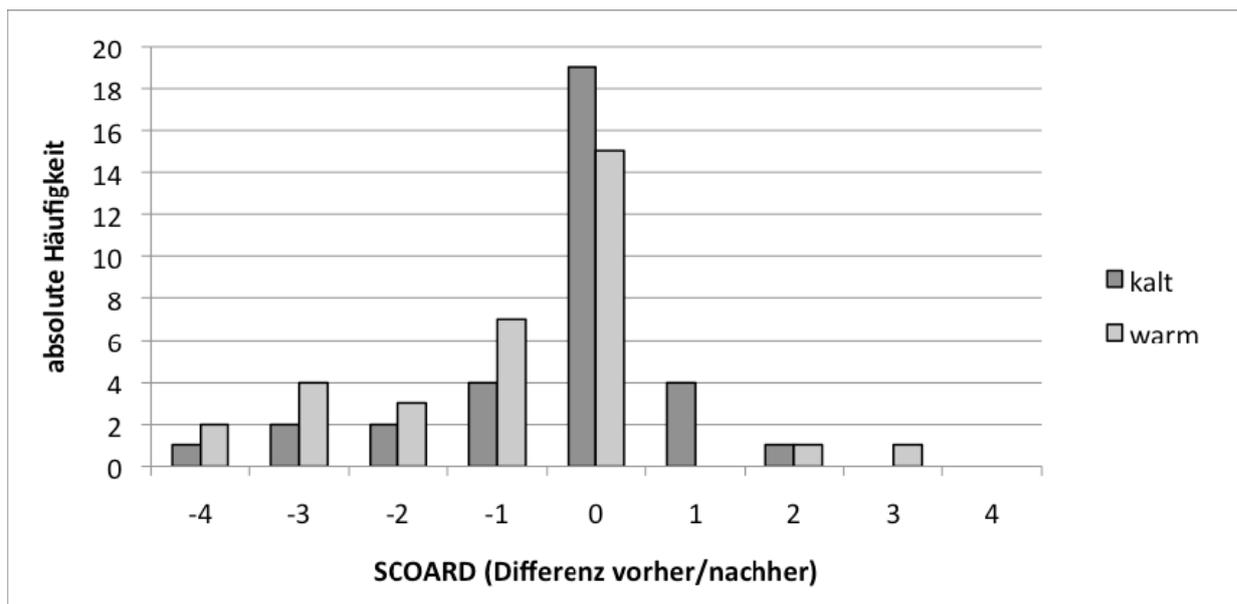
Aus den vorangehenden Tabellen ergibt sich folgende Verteilung. 19 der 33 kalt gespülten Proben blieben ohne Einfluss auf die Hautsymptomatik, 9 zeigten eine Verbesserung des SCORAD und 6 führten zu einer Verschlechterung.

Die 33 warm gespülten Proben ergaben in 15 Fällen keine Veränderung, 15 mal bewirkten sie eine Verbesserung und 2 mal eine Verschlechterung der Symptome.

Tabelle 3: SCORAD-Differenzen zwischen warm und kalt gespülten Proben

Differenz	kalt	warm
-4	1	2
-3	2	4
-2	2	3
-1	4	7
0	19	15
1	4	0
2	1	1
3	0	1
4	0	0

Graphik 6: Verteilung der SCORAD-Differenzen



4. Ergebnisse

4.2.2 Untersuchung der Flotte mittels pH-Wert und Leitwert

Zur Flottenuntersuchung diente der Waschzyklus von 2011. Die Inhaltsstoffe des verwendeten Waschmittels befanden sich entsprechend in gelöster Form und in unterschiedlicher Menge in der Waschflotte. Um sich so nah wie möglich am Verbraucher zu orientieren, wurde als Waschmittel der Marktführer Persil ausgewählt. Es handelte sich hierbei um die Pulverform des Waschmittels Persil Universal Megaperls[®].

Zur quantitativen Analyse der Inhaltsstoffe wurden während des Waschvorganges mehrere Proben der Flotte entnommen und anschließend analysiert. Die Entnahme erfolgte im Verlauf des Waschvorganges für die kalten und während des Waschvorganges für die warm gespülten Proben. Der pH-Wert ermöglichte eine Aussage über die Azidität oder Alkalität der Waschflotte zu. Der Leitwert lieferte einen quantitativen Hinweis auf die Menge der gelösten Stoffe in der Flotte. Um welche Stoffe es sich hierbei handelte, war jedoch auf diese Weise nicht zu erkennen. Die in der Flotte gelösten Waschmittelanteile entsprachen weitestgehend den im Gewebe verbleibenden Rückständen nach dem Trocknen.

4.2.2.1 pH-Wert Untersuchung

Zur Bestimmung des pH-Wertes der Flotte wurden mehrere Proben während des Waschablaufes entnommen und anschließend von mir im Labor der Bosch Siemens Hausgeräte GmbH titriert. Die Zeitpunkte der Entnahme lagen jeweils nach dem Hauptwaschgang, dem ersten, zweiten und dritten Spülgang sowie nach dem Schleudergang mit 1200 U/min. Eine weitere Probe ergab sich aus dem Extremschleudern bei 2500 U/min. Alle 6 Proben wurden im Verhältnis zum Leitungswasser mit einem pH-Wert von 7,36 betrachtet.

Nach dem Hauptwaschgang war die Flotte mit einem pH-Wert von über 9 noch stark alkalisch. Selbst nach dem Extremschleudern befand sich der pH-Wert immer noch eine Stufe über dem Leitungswasser. Bei den warm gespülten Proben lag der pH-Wert bis zum letzten Schleudergang stets niedriger im Vergleich zu den kalt gespülten Proben. Außerdem zeigte sich, dass eine hohe Schleuderdrehzahl nochmals zusätzlich Rückstände aus der warm gespülten Wäsche entfernen kann. Insgesamt waren aber die Differenzen zwischen warm und kalt gespülten Proben nur sehr gering.

Graphik 7: pH-Verlauf während der Waschvorgänge für warme und kalte Proben

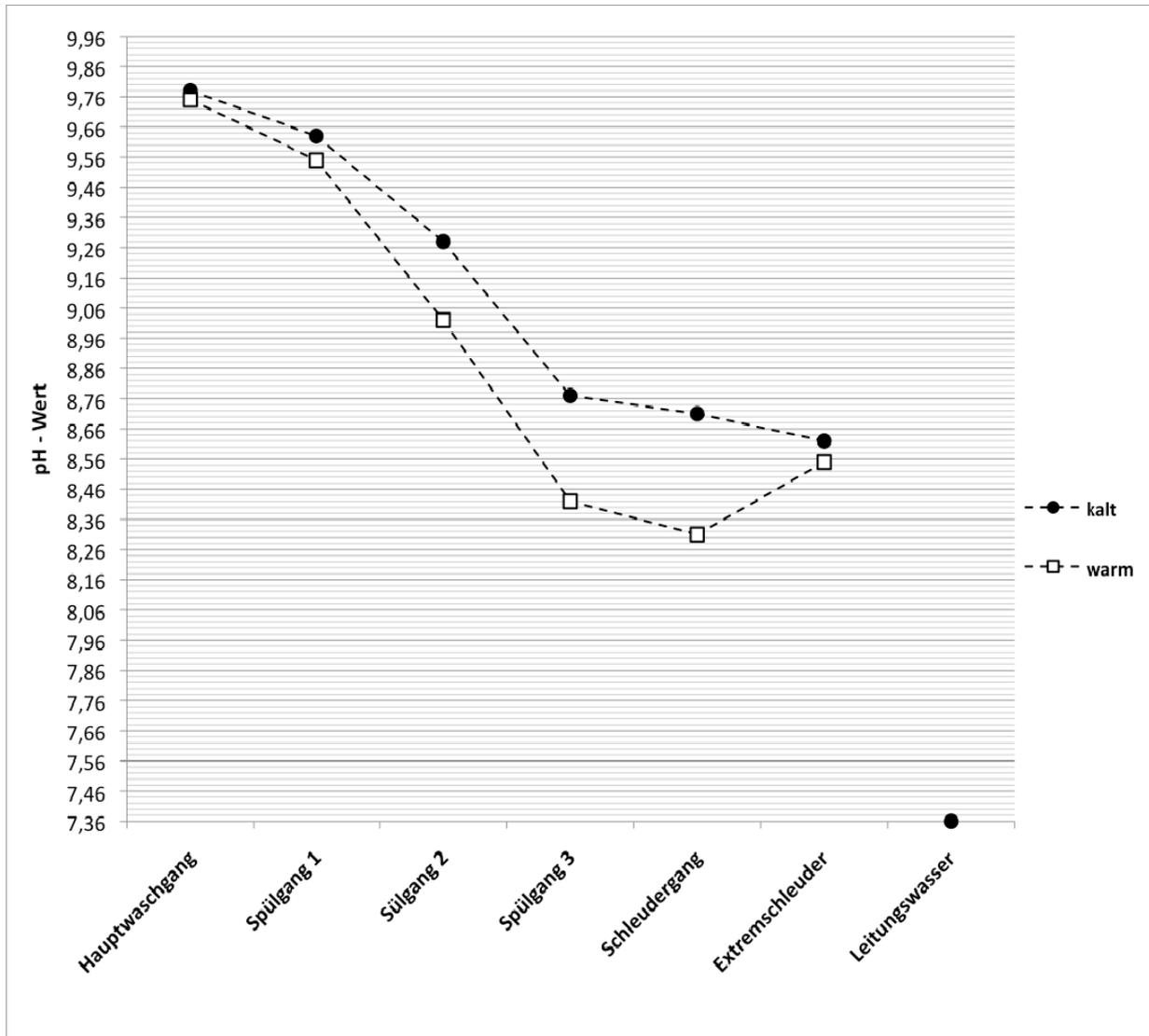


Tabelle 4: pH-Werte der Flotte im Waschverlauf der warm/ kalt gespülten Proben

	Warm gespült	Kalt gespült
Hauptwaschgang	9,75	9,78
Spülgang 1	9,55	9,63
Spülgang 2	9,02	9,28
Spülgang 3	8,42	8,77
Schleudergang	8,31	8,71
Extremschleuder	8,55	8,62
Leitungswasser	7,36	7,36

4. Ergebnisse

4.2.2.2 Untersuchungen zum Leitwert

Ein ähnliches Bild wie beim pH-Wert, lieferten die Ergebnisse zum Leitwert. Auch hier lagen die Werte für den Waschgang von 2011 mit Warmspülung unter den Werten für den normal kalt gespülten Waschzyklus. Die Extremschleuder konnte hierbei sowohl bei den warm gespülten als auch bei den kalt gespülten Proben zusätzlich noch weitere Rückstände aus dem Gewebe eliminieren. Dieser Effekt war bei den kalt gespülten Proben deutlicher ausgeprägt.

Graphik 8: Verlauf des Leitwertes während der Waschvorgänge für warme und kalte Proben

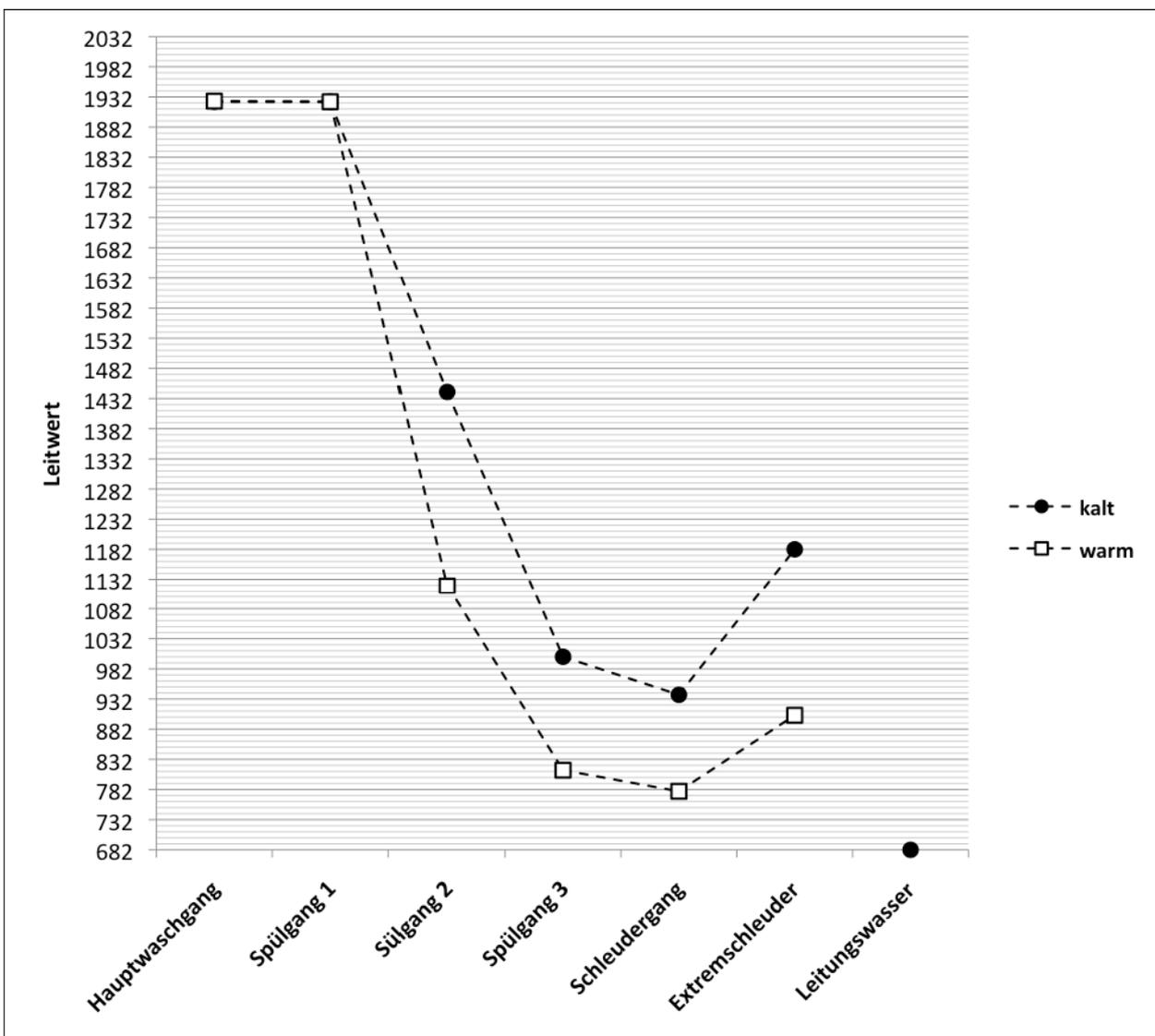


Tabelle 5: Veränderung des Leitwertes der Flotte im Waschverlauf

	Warm gespült	Kalt gespült
Hauptwaschgang	1925	1924
Spülgang 1	1924	1924
Spülgang 2	1121	1443
Spülgang 3	814	1002
Schleudergang	779	939
Extremschleuder	905	1182
Leitungswasser	682	682

4.2.3 Bestimmung der Tensidrückstände aus dem Probengewebe

Die Tensidrückstände wurden mittels UV-Spektroskopie aus dem Probengewebe der Waschzyklen vom Jahre 2008 und vom Jahre 2011 bestimmt. Von jedem Jahr wurden jeweils 20 Proben zur Untersuchung verwendet. Bei den angegebenen Konzentrationen handelt es sich stets um einen Summenparameter aus LAS (223 nm) und TAED (215 nm), da beide im UV-Bereich aktiv sind. Die Unterschiede zwischen warm und kalt gespülten Baumwollproben waren im Waschzyklus des Jahres 2008 deutlicher ausgeprägt als im Waschzyklus von 2011. Hier lag die Differenz des Mittelwertes bei 9,42 während im Jahr 2011 die Abweichung mit nur 3,87 geringer ausfiel.

4. Ergebnisse

Tabelle 6: Waschzyklus des Jahres 2008

	1. Waschversuch 2008				
Spülbedingungen	Probe	Absorption	LAS+TAED(mg/L)	MW (mg/L)	STABW
kalt	1	0,82	26,94	27,02	1,35
	2	0,806	26,46		
	3	0,894	29,48		
	4	0,806	26,46		
	5	0,767	25,12		
	6	0,855	28,14		
	7	0,874	28,80		
	8	0,797	26,15		
	9	0,801	26,29		
	10	0,803	26,36		
warm	1	0,516	16,49	17,60	1,11
	2	0,56	18,01		
	3	0,522	16,70		
	4	0,505	16,12		
	5	0,564	18,14		
	6	0,546	17,53		
	7	0,525	16,80		
	8	0,551	17,70		
	9	0,589	19,00		
	10	0,605	19,55		

Tabelle 7: Waschzyklus des Jahres 2011

	2. Waschversuch 2011				
Spülbedingungen	Probe	Absorption	LAS+TAED(mg/L)	MW (mg/L)	STABW
kalt	1	0,894	29,48	26,07	1,69
	2	0,793	26,01		
	3	0,747	24,43		
	4	0,757	24,78		
	5	0,844	27,77		
	6	0,818	26,87		
	7	0,739	24,16		
	8	0,81	26,60		
	9	0,795	26,08		
	10	0,75	24,54		
warm	1	0,597	19,28	22,20	2,40
	2	0,692	22,54		
	3	0,808	26,53		
	4	0,581	18,73		
	5	0,617	19,97		
	6	0,724	23,64		
	7	0,735	24,02		
	8	0,658	21,37		
	9	0,704	22,96		
	10	0,705	22,99		

4. Ergebnisse

4.3 Komplikationen

Insgesamt wurde das Tragen der Proben für 48 Stunden von den Patienten gut akzeptiert und toleriert. Hierbei lag natürlich die Hauptverantwortung bei den Eltern der Kinder um eine ausreichende Mitarbeit zu gewährleisten. Lediglich 2 Probanden (Bruder und Schwester) haben die Probengewebe vorzeitig abgenommen und konnten somit bei der Auswertung nicht mit berücksichtigt werden.

Die Motivation der Patienten zur Mitarbeit an der Studie war in erster Linie abhängig vom betreuenden Arzt der Rehabilitationsklinik. Außer in der Klinik von Norderney war die Unterstützung von Seiten anderer Kliniken nur sehr verhalten. Somit war es auch nicht möglich auf die angestrebte Patientenzahl zu kommen. Da aber die meisten Probanden eine Verbesserung ihrer Symptomatik sowohl bei den warmen als auch bei den kalten Proben zeigten, wurden die Einschlusskriterien erweitert um eine höhere Patientenzahl zu erreichen.

5. Diskussion

5.1 Allgemeine Diskussion

Wasch- und Reinigungsmittel sind Produkte für den täglichen Gebrauch und werden in fast jedem Haushalt verwendet. Beim alltäglichen Umgang mit solchen Mitteln kann nicht davon ausgegangen werden, dass im Haushalt dafür besondere Sicherheitsmaßnahmen angewendet werden. Deshalb müssen Wasch- und Waschlifsmittel so gestaltet sein, dass sie sowohl bei bestimmungsgemäßem Gebrauch als auch bei davon abweichenden voraussehbaren Verwendungen die Gesundheit der Verbraucher nicht gefährden. [55] Hinsichtlich des toxikologischen Risikos für den Verbraucher sollten der Hautkontakt, das Verschlucken und die Inhalation besondere Berücksichtigung finden. [8]

Die Literatur der letzten 60 Jahre zur Interaktion zwischen Bekleidung, Waschmittel und Haut präsentiert ein eher uneinheitliches Bild. [9-11, 13, 18-20, 61, 69, 74, 75, 93-98] Dieses resultiert unter anderem daraus, dass klinische Studien in der Regel große Probandenzahlen erfordern, um eine statistisch relevante Aussage treffen zu können. Zusätzlich zeigen viele Patienten eher ein atypisches und uneinheitliches Bild einer Kontaktdermatitis durch Textilien. Das Hautbild umfasst oftmals Mischformen zu anderen differentialdiagnostischen Befunden. [97] Obwohl sich die Waschmittelformulierungen und der Waschprozess immer weiter optimieren, gibt die Gesamtbetrachtung nach wie vor keinen Anlass, die Waschmittelrückstände in Textilien als harmlos zu betrachten. Erst Recht nicht bei Patienten mit atopischer Dermatitis oder anderen ekzematösen Hauterkrankungen.

Macharia et al. konnten keinen Einfluss von Seifen oder Waschmitteln auf die Entstehung von atopischer Dermatitis bei Kindern finden. [99] Das bestehende Krankheitsbild wird jedoch durch bestimmte Triggerfaktoren verschlechtert. Da das Vermeiden von solchen Provokationsfaktoren für diese Patienten eine wichtige Therapieoption darstellt [39, 42, 44], sind weiterführende Untersuchungen zum Einfluss von Waschmittelrückständen und deren Reizpotential auf die vorgeschädigte Haut unerlässlich.

Die Interaktion mit anionischen Tensiden kann zu unterschiedlichen Hauterscheinungen wie zum Beispiel Proteindenaturierung, Enzyminaktivierung, Gewebeswellung und Entfernung von

5. Diskussion

Biomolekülen führen. Diese Gruppe der Tenside reagiert direkt mit dem Stratum corneum und penetriert durch die Haut. Klinische Manifestationen zeigen sich in Form von Trockenheit, Entzündung, Rauheit und Veränderungen des natürlichen Säureschutzmantels der Haut. [52] Grundsätzlich gilt, dass auch die Bedingungen des hautnahen Mikroklimas, also Hautfeuchtigkeit, Hautwärme und besonders exzessive Perspiration, neben mechanischer Friktion für die Auslösung eines Bekleidungssekzems wesentlich sind. [19] Eine erhöhte Empfindlichkeit der atopisch veränderten Haut gegenüber Fasern wird durch Schwitzen zusätzlich verstärkt. Die aufgeweichte Haut wird nochmals anfälliger für chemische und mechanische Irritationen. [17] Schweiß auf der Haut wird als unangenehm empfunden und verstärkt den Juckreiz-Kratz-Zirkel. [100]

Die technologische Weiterentwicklung der Waschmaschinen zielt auf stärkere Energie- und Wassereinsparungen ab. Durch Veränderungen der Waschmittelchemie soll die optimale Schmutzentfernung im Niedrigtemperaturbereich zwischen 30 und 60 Grad Celsius liegen. [26] Solche Bestrebungen der Industrie sind im Sinne des Umweltschutzes und der Kosteneinsparungen des Endverbrauchers als positiv zu bewerten. Im Vergleich zu 1970 waren der Energie- und Wasserverbrauch etwa viermal höher als heute. [4] Aber für die Haut des Patienten mit atopischer Dermatitis sind solche Tendenzen kritisch zu betrachten da hierbei eher mit einer Verstärkung von Reizfaktoren zu rechnen ist.

Das Waschen im Niedrigtemperaturbereich führt zu einer unzureichenden Reduzierung der Keime. Erst ab 60°C Wascht Temperatur kann man von einer temperaturbedingten Keimabtötung ausgehen. [27] Mikroorganismen in Form von Bakterien, Viren, Pilzen oder auch Milben müssen als möglich Quellen der Hautirritation Berücksichtigung finden. [12, 101] Zudem spielt bei Patienten mit atopischer Dermatitis die bakterielle Besiedelung der Haut mit dem obligaten Keim *Staphylokokkus aureus* eine wichtige Rolle. [50] Die Verbesserung des Hautbefundes nach Reduktion von *Staphylokokkus aureus* sowie *Pseudomonas aeruginosa* und *Candida albicans* durch Silber beschichtete Textilien wurde bereits in zahlreichen Untersuchungen nachgewiesen. [17, 102-104]

Silberbeschichtete Textilien besitzen eine potente antimikrobielle Wirksamkeit und sind ohne signifikante Nebenwirkungen. [50] In einer dermatologisch kontrollierten, offenen Anwendungsstudie der Uni-Klinik Heidelberg wurde die Hautverträglichkeit von verschiedenen Alltagstexti-

lien aus Lyocell (regenerierter Cellulose) mit und ohne zusätzlichem Silbergehalt auf der Haut von Probanden mit atopischer Hautdiathese untersucht. Insgesamt wurden die Textilien in allen Anwendungen von Patienten mit atopischem Ekzem sehr gut vertragen, zeigten eine deutliche Verbesserung des Juckreizes, sehr gute hautsensorische Eigenschaften, gute thermoregulatorische Eigenschaften, auch bei körperlicher Anstrengung, sowie einen sehr hohen subjektiven Tragekomfort, insbesondere auch gegenüber der bisher getragenen Kleidung. Diese Studie zeigt die sehr gute Hautverträglichkeit der untersuchten Textilien mit und ohne Silberanteil. Sowohl auf gesunder als auch kranker Haut können daher die neu entwickelten Textilien aus dermatologischer Sicht bestens empfohlen werden. [100] Das Bundesinstitut für Risikobewertung teilt dennoch die Sorge, dass Resistenzen gegenüber Bioziden in Textilien entstehen könnten und die verwendeten Silberionen humantoxikologische Wirkungen zeigen. [105]

Insgesamt betrachtet sind allergische Reaktionen auf alle Gruppen von Textilhilfs- und Farbstoffen bekannt. In Deutschland sind derzeit für textilbedingte Kontaktallergien jedoch hauptsächlich Farbstoffe bedeutsam. Als auslösende Substanzen wurden in erster Linie bestimmte Dispersionsfarbstoffe identifiziert. Hierbei stellen hauteng getragene Kleidungsstücke aus Chemiefasern ein besonderes Gefährdungspotenzial dar. [64]

Der direkte Kontakt beim Umgang mit Wasch- und Reinigungsmitteln stellt für die gesunde Haut kein Problem dar. Laut des Industrieverbandes Körperpflege- und Waschmittel e.V. liegen die Produktmengen, mit denen die Verbraucher bei empfohlener Verwendung in Kontakt kommen, weit unter dem Schwellenwert, der zum Auftreten einer Allergie führen würde. Selbst bei direkter Hautberührung mit unverdünnten Produkten werden die Allergie auslösenden Konzentrationen erfahrungsgemäß nicht erreicht. [62] Durch die eingeschränkte Anwendung sowie einer kurzen Kontaktzeit mit dem Reinigungsmittel beim Befüllen der Maschine sind irritative Effekte auf die Haut nur unterschwellig oder gar nicht zu erwarten. [9]

5.2 Diskussion der Methode

Ein wesentliches Kriterium der vorliegenden Studie ist eine Beurteilung der Hautirritation bei Kindern mit atopischer Dermatitis. Im Rahmen der Irritabilitätsuntersuchung gibt es aber zahlreiche Faktoren, welche die Ergebnisse beeinflussen können und damit die Aussagekraft solcher in vivo Studien nur selten auf eine solide Basis stellen. Durch die festgelegten Ein- und Aus-

5. Diskussion

schlusskriterien wurde versucht, derartige Einflussfaktoren so gering wie möglich zu halten um ein relativ homogenes Patientenkollektiv zu etablieren. Dennoch bleibt es aufgrund starker intra- und interindividuellen Variationen der Hautbedingungen sowie unterschiedlich reagierender Hautbereiche bei ein und derselben Person schwierig diese Forderung zu erfüllen.

Im Folgenden sollen nun die wichtigsten dieser Faktoren genannt und ihre Relevanz auf die Ergebnisse der Studie diskutiert werden.

Die meisten Studien zur Reaktion von Waschmittelrückständen auf die Haut wurden mit Erwachsenen Probanden durchgeführt. [2, 11, 74, 75, 94, 96] Da aber die kindliche Haut dünner und sensibler als die stärker verhornte Epidermis des Erwachsenen ist, [37] war es für uns wichtig diesen Aspekt unbedingt zu berücksichtigen. Deshalb wurde das Alter unseres Probandenkollektives auf 2 bis 9 Jahre begrenzt. Zusätzlich wurde unsere Aufmerksamkeit auf das Krankheitsbild der atopischen Dermatitis gelenkt, da mehrere betroffene Kinder unserer zahnärztlichen Sprechstunde über Probleme im Zusammenhang mit Waschmittelrückständen und Bekleidung klagten.

Über diesen Ansatz sollte sich eine Veränderung des Hautbildes bei Kindern mit atopischer Dermatitis deutlicher eruieren lassen als bei gesunden Erwachsenen. Für die Rekrutierung der Probanden kamen nur Rehabilitationskliniken in Betracht, da dort die Patienten längere Zeit vor Ort sind und mehrere Kinder gleichzeitig untersucht werden konnten.

Der Untersuchungszeitpunkt wäre optimaler Weise zu Beginn des Klinikaufenthaltes und des damit verbundenen Therapiebeginns zu sehen. Da dies aber nicht immer möglich war, befanden sich viele der Kinder bereits in begonnener Behandlung ihrer Hautsymptomatik. Im Untersuchungszeitraum durften jedoch keine lokalen Medikamente oder Pflegeprodukte in der Knöchelregion aufgetragen werden. Ebenso war das Waschen und Reinigen der Untersuchungsregion untersagt.

Um eine Kontaktallergie nachweisen zu können, wurde von uns der Epikutantest verwendet. Die Ablesung einer solchen Typ IV Reaktion erfolgt 48 Stunden nach Applikation [29] und ist somit als minimaler Zeitrahmen vorgegeben. Zusätzlich sollte aber nach den Leitlinien der Deutschen

Dermatologischen Gesellschaft und der Deutschen Gesellschaft für Allergie und klinische Immunologie noch einmal nach 72 oder 96 Stunden abgelesen werden, um eine Unterscheidung zwischen irritativen oder allergischen Hautveränderungen treffen zu können. [89] In unserer Studie war eine solche Nachuntersuchung allerdings nicht möglich. Die Tragezeit von 48 Stunden stellt ohnehin einen Kompromiss dar, um die Compliance der Kinder zu erhalten bzw. die Teilnahmebereitschaft von Eltern und Kind an der Studie zu erhöhen.

Der Aufnahme-SCORAD der Kinder wurde jeweils vermerkt und liegt im Bereich zwischen 3,7 und 90. Daraus ergeben sich starke interindividuelle Schwankungen des Schweregrades der Erkrankung. Der verwendete SCORAD, mit den von der European Task Force on Atopic Dermatitis festgelegten Kriterien, [47] wurde um den Teil C zur Einschätzung der subjektiven Symptome verringert, da hierzu von Kindern dieser Altersklasse keine verlässlichen Aussagen erwartet werden können.

Die visuelle Befundung der Hautsymptome wie Erythem, Ödem und Trockenheit wurde oft als subjektiv diskutiert und in Folge dessen nach exakteren sowie instrumentellen Methoden gesucht. Basketter et al. bestätigte jedoch diese Methode bei geschulten und erfahrenen Untersuchern als sensitiv, gültig und gut reproduzierbar. [106] Für die beste Vergleichbarkeit sollten alle visuellen Hautbeurteilungen immer nur vom selben Arzt durchgeführt werden. Da die Patienten aus verschiedenen Kliniken rekrutiert werden mussten, war diese Möglichkeit trotzdem für 29 Probanden gegeben.

Als Untersuchungsregion wurde der Knöchelbereich ausgewählt, um möglichst geringe Einschränkungen im Tagesablauf der Probanden zu gewährleisten. Die Fixierung mit dem Schweißband und oftmals zusätzlich durch die Strümpfe des Kindes garantierte für den Untersuchungszeitraum einen weitgehend sicheren Sitz der Proben.

Der Waschvorgang für die Stoffproben erfolgte in Anlehnung an die Norm IEC 60456 von 2005 und 2011. Die verwendeten Proben haben den Waschzyklus aufgrund verschiedener Probedurchläufe maximal 7 Mal durchlaufen, und müssten somit eine relativ geringe Menge an Tensidrückständen enthalten. Im privaten Haushalt und in kommerziellen Wäschereien werden die Textilien deutlich häufiger gewaschen, was zu einer Kumulation der Rückstände im Gewebe

5. Diskussion

führt. Matthies et al. konnte zeigen, dass sich im Baumwollgewebe nach 25 Wäschen die 5 bis 10 fache Menge von Anionensid anreichert. [10] Weiterhin spielen die Wasserhärte und der Verschmutzungsgrad eine wichtige Rolle für die exakte Dosierung des Waschmittels. [69] Unsere Dosierung orientierte sich am Härtegrad 3 des Berliner Leitungswassers.

Die zur Studie verwendeten Proben wurden aus einem Baumwoll-Laken auf die entsprechende Größe zurechtgeschnitten. Baumwolle ist quantitativ die am häufigsten verwendete Naturfaser. [61] Sie wird unter anderem für Unterwäsche aber auch Bettwäsche verwendet und bedingt somit den intensivsten Hautkontakt. Allgemein wird die Baumwollfaser für Atopiker als optimaler „Gold Standard“ betrachtet. [40, 96] Sie wird von Patienten mit atopischem Ekzem als angenehm empfunden und sollte bei direktem Hautkontakt ungefärbt getragen werden. [49] Baumwolltextilien besitzen eine sehr gute Hautverträglichkeit und damit hohe Akzeptanz unter den Patienten. Sie zeigt zudem eine gute Aufnahmekapazität von Feuchtigkeit und lässt sich auch bei sehr hohen Temperaturen (95^o C) waschen. [40] Auch eine Studie von Diepgen et al. zeigte, dass die Hautirritation bei Patienten mit atopischer Dermatitis durch Baumwolle deutlich niedriger ausfiel als durch synthetische Fasern. [98]

Ein negativer Aspekt der Baumwollfaser ist ihre hohe Affinität zum Waschmittel und die stärkere Kumulation der Rückstände im Vergleich zu Polyester. [9, 12] Anionenside, Seife, Niotenside, Zeolithe sowie der pH-Wert lagen in der Studie von Matthies et al. stets deutlich höher als im Polyestergewebe. [10] Zudem besteht Baumwolle aus relativ kurzen (1-3 cm) und unregelmäßigen Fasern. Beim Transfer von Feuchtigkeit kann es durch Erweiterung und Kontraktion der Faser zu einer bewegungsbedingten Reizung der Haut kommen. [102]

Zur quantitativen Bestimmung der Waschmittelrückstände als Maß für die Spülwirkung wurden zusätzlich zwei Bestimmungsmethoden ausgewählt. Für die Waschflotte wurde mittels Titration der Alkalitätsnachweis durchgeführt und mittels UV-Spektroskopie lässt sich direkt im Proben-gewebe die Menge anionischer Tenside abschätzen.

Die bisherigen Erfahrungen zum Nachweis der Alkalität haben gezeigt, dass eine gute Vergleichbarkeit innerhalb eines Labors damit möglich ist, aber der Vergleich zwischen verschiedenen Laboren eine unerklärlich schlechte Reproduzierbarkeit aufweist. In neuerer Zeit wurden

weitere Verbesserungen der Methode vorgenommen. [91] Das während des Waschvorganges aufgefangene Wasser ist nur ein Teil des abgepumpten Wassers. Von einer gleichmäßigen Durchmischung des Spülwassers und einer immer konstanten Abgabegeschwindigkeit des Wassers kann nicht ausgegangen werden. Dazu hätte man alles Wasser auffangen müssen und unendlich schleudern und abpumpen müssen. Und selbst dann bleibt ein Rest des Wassers in der Wäsche gebunden. Auf der Suche nach Alternativen zum Alkalitätstest wurde die UV-Spektroskopie entwickelt. Hiermit ist es möglich geworden, das Haupttensid lineares Alkylbenzolsulfonat (LAS) direkt in den Textilien nachzuweisen. Diese Methode ist weniger störanfällig und lässt sich auch für geringe Konzentrationen anwenden. [92] Mit Hilfe der Extremschleuder werden bei 2500 U/min zusätzlich Waschmittelrückstände entfernt, welche sonst beim Trocknungsvorgang im Gewebe verbleiben würden. Allerdings ist der tatsächliche Anteil verbliebener Rückstände noch höher, da eine komplette Elimination aller Reste aus dem Gewebe nicht möglich ist.

5.3 Diskussion der Ergebnisse

Unsere Ergebnisse bestätigen die Erkenntnisse der vorliegenden Studien [10, 11, 75, 95, 99, 107-109] insoweit, dass es durch Waschmittelrückstände zu keiner allgemeinen Hautirritation kommt. Die weitreichenden Optimierungen der Waschmittelchemie und die vielen technischen Neuerungen im Waschprozess einer modernen Haushaltswaschmaschine tragen zu diesem positiven Effekt entscheidend bei.

Unsere Untersuchungen zeigten bei kalt und warm gespülten Proben eine leichte Verbesserung der Hautsymptome bei Patienten mit atopischer Dermatitis welche bei den intensiv warm gespülten Proben etwas deutlicher ausgeprägt ist. Allerdings ist dieser Effekt nicht signifikant. Der ermittelte p-Wert liegt bei $p=0,15241673$, also rund 15% und damit über dem Signifikanzniveau von 5%. Der leichte Unterschied der Ergebnisse ist somit als zufällig zu betrachten. Die Verbesserung der Symptomatik bei beiden Proben lässt sich am ehesten darauf zurückführen, dass die Kinder in der Untersuchungsregion nicht kratzen konnten.

Diese Daten zeigen auch, dass der ökonomische und ökologische Mehraufwand für eine Waschmaschine mit Warmspülprozessen und hoher Schleuderdrehzahl für atopische Patienten keine zusätzliche therapeutische Option zur Verbesserung des Krankheitsbildes darstellt. Trotz-

5. Diskussion

dem sollten alte Haushaltswaschmaschinen mit geringer Spülwirkung und schlechtem Schleuderwirkungsgrad bei solchen Patienten nicht mehr zum Einsatz kommen.

Bei der Betrachtung einzelner klinischer und chemischer Analyseparameter zeigen sich ebenso weitere Übereinstimmungen mit der vorliegenden aktuellen Literatur. Seit längerer Zeit ist gut bekannt, dass sich die bei atopischer Dermatitis vorliegende Hauttrockenheit im Winter zusätzlich verschlechtert. [29, 38] Die Ursachen für diese Exazerbation der Trockenheit sind noch nicht vollständig geklärt. Möglicherweise spielen aber die geringere Luftfeuchtigkeit und die Abnahme der Talgdrüsensekretion eine wichtige Rolle. [96] So zeigte sich auch bei den Studienteilnehmern für das Winterhalbjahr ein höherer Mittelwert beim Gesamtkörper-SCORAD als in den Sommermonaten. Ob diese Differenz jedoch überwiegend durch das Trockenheitskriterium verursacht wurde, konnte nicht näher verifiziert werden, da der Anfangsbefund der Kinder nicht zur Verfügung stand.

Bei der Verteilung visuell diagnostizierter Befunde im Bereich der Untersuchungsregion lässt sich jedoch eine Tendenz zu häufiger Trockenheit erkennen. Bedingt durch eine Unterfunktion der Talg- und Schweißdrüsen bei Patienten mit atopischer Dermatitis erscheint die Haut überwiegend trocken. [30] Dementsprechend wurde auch am häufigsten eine Trockenheit mit 36 % diagnostiziert.

Takashi et al. fanden eine deutliche Verbesserung der Hauttrockenheit bei atopischem Ekzem, wenn das Waschmittel von anionischem Tensid auf nonionisches Tensid gewechselt wurde. [96] Außerdem zeigte Imokawa et al. einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Hautrauheit und der Absorption von anionischen Tensiden an das Stratum corneum. Dieser Effekt ist am ausgeprägtesten, wenn die Anzahl der Kohlenstoffatome über 12 liegt. Die Rauheit der Haut wird durch epidermale Proteindenaturierung verursacht. [110] Die nachfolgend höhere Irritationsbereitschaft von aufgerauter Haut begründet sich in der Abspülbarkeit der Tenside. Die Tensidreste dringen in die sogenannten V-Räumchen ein und führen dort zu einer Irritation. Im weiteren Verlauf wird dadurch die Schutzfunktion der Haut gegenüber Noxen wie Schmutz, Schmieröl, Detergentien und damit gegen weitere Waschanwendungen verringert. [111]

Der in den letzten Jahren zu verzeichnende Anstieg der Tensidmenge und die gleichzeitige Reduktion der Zeolithmenge lassen sich laut IKW-Bericht auf die verstärkte Vermarktung von Flüssigwaschmitteln zurückführen. Im Vergleich zu dem in der Studie verwendeten pulverförmigen Waschmittel kommen demnach in Flüssigwaschmitteln vergleichsweise größere Tensidmengen und keine Zeolithe zum Einsatz. [51]

Die Extraktion einzelner Tenside ist oftmals sehr aufwendig und schwierig. Als eines der Haupttenside in Waschmittelformulierungen ist der quantitative Nachweis von linearem Alkylbenzolsulfonat als Parameter zur Bestimmung von Waschmittelrückständen sehr sinnvoll. So konnte Agarwal et al. in seiner Studie nachweisen, dass lineare Alkylsulfonate, alkalische Builder, optische Aufheller und Duftstoffe trotz mehrfachen Spülens an die Wäsche gebunden bleiben. Die Rückstände im Baumwollgewebe konnten sogar erst nach 20 bis 22 Waschgängen vollständig entfernt werden. [93]

Gloor et al. zeigten bei der Testung von 7 Tensiden, dass tendenziell eine erhöhte Reaktionsbereitschaft beim Atopiker und bei Patienten mit Gewebeeckzem vorhanden ist. Auch schlussfolgerten sie aus ihren Ergebnissen, dass die Berufsgruppen Friseur und Krankenschwester für Atopiker ungeeignet sind. [112]

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor bei atopischer Dermatitis ist der pH-Wert der Hautoberfläche, welcher bei gesunder Haut im leicht sauren Bereich bei einem pH-Wert von 4 bis 6,5 liegt. [34] Im Allgemeinen sind Dermatitisiden mit einem erhöhten Hautoberflächen-pH-Wert assoziiert. Bei atopischer Dermatitis gibt es zunehmende Hinweise auf eine verminderte Freisetzung von Protonendonoren wie Aminosäuren, Urocaninsäure und Milchsäure im Stratum corneum. Somit liegt der pH-Wert solcher Patienten ohnehin schon etwas höher im Vergleich zu gesunden Personen. [113] Allgemein konnte eine positive Korrelation zwischen den pH-Werten und der Schwere der atopischen Dermatitis unter Verwendung des SCORAD-indexes gesichert werden [114].

Der erhöhte pH-Wert begünstigt außerdem die pathologische Besiedlung der atopischen Haut mit Staphylokokken und eine weitere Exazerbation der Symptome.[113] Die ohnehin schon alkalischere Hautoberfläche der betroffenen Patienten könnte also durch eng anliegende Bekleidung und besonders bei zusätzlichem Schwitzen und langer Tragezeit weiter verstärkt werden.

5. Diskussion

Der in dieser Arbeit verwendete Alkalitätstest zeigt eine leicht geringere Alkalität beim warm Spülen. Der Unterschied zum kalten Schleudergang ist sehr gering. Trotzdem beträgt die Differenz des pH-Wertes vom letzten Schleudergang zur gesunden Haut immer noch mindestens 2 pH-Stufen, was einem starken Abfall der Wasserstoffionenkonzentration entspricht. Da die pH-Werte stark von den Waschbedingungen und vom verwendeten Waschmittel abhängen, gibt es in der Literatur auch keinen absoluten Grenzwert für gut gespülte Wäsche. Man kann also nur relativ vergleichen. So schreibt der OEKO-TEX® Standard 100 bei direktem Hautkontakt einen pH-Wert Bereich von 4,0 – 7,5 vor. [87] In den Untersuchungen von Gloor et al. wurde jedoch auch deutlich, dass sich die irritative Wirkung von waschaktiven Substanzen nicht über den Alkali-Resistenz Test abschätzen lässt. [112]

Die Irritationsbereitschaft der Haut ist abhängig vom Geschlecht und bei Frauen deutlicher ausgeprägt als bei Männern. Diese höhere Irritationsbereitschaft bei weiblichen Probanden kann unter anderem mit dem höheren Oberflächen pH-Wert der Haut zusammenhängen. Auch ein geschlechtshormonabhängiger Feedback-Mechanismus führt zu einem unterschiedlichen pH-Wert bei Frauen. [113]

Die UV-spektroskopische Analyse der Proben von 2008 zeigt im Vergleich zu den Proben von 2011 deutlichere Unterschiede. Die stärkere Diskrepanz der intensiv warm gespülten Proben zu den kalten Proben lässt sich auf verschiedene Parameter zurückführen. Die warm gespülten Proben von 2008 erhielten einen zusätzlichen Hauptwaschgang bei 75 °C ohne Waschmittel, drei erwärmte Spülgänge bei 40 °C und wurden in der Extremschleuder bei 2500 U/ min für 10 min intensiv geschleudert. Der Waschablauf von 2011 ist für die warm- und kalt gespülten Proben identisch und unterscheidet sich lediglich in den drei Warmspülgängen. Zu Berücksichtigen ist ebenfalls die neuere und verbesserte Waschmittelformulierung.

Der Vergleich beider Waschzyklen zeigt, dass auf 40 °C erwärmtes Spülwasser nur zu einer sehr geringen Reduktion der Rückstände im Gewebe führt. Um den Effekt weiter zu steigern, müsste sowohl die Temperatur des Spülwassers als auch die Schleuderdrehzahl erhöht werden. Der damit verbundene Energie- und Wasserverbrauch ist jedoch nicht gerechtfertigt. Zudem wird durch die ständige Optimierung der Waschmittelchemie die Hautverträglichkeit immer weiter verbessert. Derartige Verbesserungen liegen in weltweitem Interesse. Rodriguez konnte zeigen, dass

Waschmittelrückstände im europäischen und amerikanischen Raum zwar unterschiedliche Ablagerungsmuster im Gewebe zeigen, aber dennoch bei beiden keine Hautirritationen nachweisbar sind. [94] Auch nach den Ergebnissen einer Studie von Donald et al. mit 3120 Patienten haben die Waschmittelinhaltsstoffe scheinbar nur noch einen geringen Einfluss bei allergischer Kontaktdermatitis. [11]

Ob der Nachweis einzelner Waschmittelinhaltsstoffe tatsächlich Rückschlüsse auf das Irritationspotenzial zulässt, bleibt allerdings fraglich. Hall-Manning und Mitarbeiter fanden in ihren Untersuchungen, dass das Hautreizungspotential von Tensidmischungen geringer ist, als die Summe der Reizpotentiale der Einzelkomponenten. [115]

Außer den Tensiden gibt es weitere chemische und mechanische Reizfaktoren, welche neben der Waschmittelchemie auch durch den Herstellungsprozess der Textilien bedingt sind. Das Proben-gewebe besteht aus ungefärbter Baumwolle. Es ist davon auszugehen, dass gefärbte Wäsche zusätzliche Hautirritationen zeigen könnte. Das gilt besonders dann, wenn die Wäsche vor dem ersten Tragen nicht gewaschen wird. Dazu lieferte eine Befragung innerhalb der MIRIAM-Studie vom Zentrum für Allergie und Umwelt der Uni München, ob die Bekleidung des Kindes vor dem ersten Tragen gewaschen wird, erstaunliche Ergebnisse. Lediglich die Gruppe mit akutem Ekzem, nicht aber die mit anamnestisch diagnostiziertem zeigt eine deutliche Tendenz gegenüber der Kontrollgruppe, die Bekleidung vor dem ersten Tragen zu waschen. Alle drei Gruppen zeigten aber mit zunehmendem Lebensalter den Trend neue Bekleidung auch ohne erste Wäsche zu tragen. [49]

Epidemiologisch wurden die durch Farbmittel verursachten Allergien nur mit 1 % der jährlich neu auftretenden Sensibilisierungen, das entspricht rund 4.000 Fällen, veranschlagt. Über die Jahre addieren sich jedoch die Fälle, so dass ein nicht unerheblicher Anteil der Bevölkerung von Textilfarbstoff-Allergien betroffen ist. Zudem wird etwa ein Drittel der Erkrankungen nicht erfasst. [84] Des Weiteren werden Bekleidungstextilien oftmals mit Bakteriziden zur Vermeidung von Geruchsbildung ausgestattet. Da der Mensch täglich mit einer Vielzahl von Bakterien in Berührung kommt und das intakte Immunsystem hierauf eingestellt ist, wird in der Minderung möglicher Bakterien auf den Textilien kein Vorteil gesehen. Die weite Verbreitung biozid ausgerüsteter (Bedarfs)-Gegenstände kann insbesondere bei Kindern zu einer schwächeren Ausprä-

5. Diskussion

gung des Immunsystems führen. Die biozide Wirkung lässt zudem naturgemäß bei längerem Gebrauch nach. [84]

Als weiterer Risikofaktor sind seit längerer Zeit die unzähligen Duftstoffe in der Diskussion. Nach einer Studie von Corea et al. ist aber die Induktion eines allergischen Kontaktekzems durch Duftstoff-Rückstände auf der Wäsche als extrem gering zu betrachten, obwohl die Möglichkeit bei sensiblen Personen sehr wohl besteht. [109] Ebenso bestätigte Basketter et al. in einer aktuellen Studie nochmals das geringe Risiko einer sofortigen oder verzögerten Hautreaktion durch Duftstoffrückstände, selbst bei sensibilisierten Patienten. [107] Die 26 auf der Verpackung aufzuführenden Duftstoffe bieten allerdings keine Sicherheit, da manche Hersteller auf andere Duftstoffe ausweichen. [68] Es wird geschätzt, dass 10 % der Patienten mit einem Kontaktekzemen und 1 bis 2 % der Gesamtbevölkerung auf Riechstoffe allergisch reagieren [64]

Bereits 1990 wiesen jedoch Matthies, Lohr, und Ippen darauf hin, dass eine Sensibilisierung der Haut durch Enzyme in Form von Typ I-Allergien heute praktisch keine Rolle mehr spielt. [10] Durch das komplette Einhüllen des Enzyms während des Produktionsprozesses ist das Risiko beherrschbar geworden. Obwohl der Enzymeinsatz aufgrund niedriger Waschttemperaturen weiterhin zunimmt, bergen Enzyme bei Erwachsenen und Kindern kein Risikopotential mehr für irritative oder allergische Hautreaktionen. [75, 95, 108]

Mechanische Irritationen der sensiblen atopischen Haut verstärken in erster Linie den quälenden Juckreiz. Zu berücksichtigen sind hierbei vor allem Inkrustationen, besonders durch fehlerhafte Dosierung des Waschmittels sowie die Art der Textilfasern. Inkrustationen sind auf Ausfällungen der Calcium- und Magnesiumionen des Wassers mit den Waschmittelinhaltsstoffen Seife, Soda, Silikat und Phosphate zurückzuführen. Teilweise bleiben diese Ausfällungen nach dem Waschen im Gewebe zurück, sogar bei Verwendung eines Wasserenthärter. Inkrustationen reichern sich im Verlauf wiederholter Waschgänge im Gewebe immer mehr an und führen zu mechanischem Wäscheverschleiß, Griffverhärtung sowie Verminderung der Saugfähigkeit. [8, 12, 52]

Der durch Wolle verursachte Juckreiz ist sowohl bei normaler Haut als auch bei atopischer Dermatitis ein charakteristisches Phänomen. Eine Intoleranz gegenüber Wolle liegt bei gesunden

Kontrollpersonen bereits bei 26 % und steigert sich bei Atopikern noch weiter auf 45 %. [19] Besonders von Kindern mit atopischem Ekzem zwischen dem 1. und 6. Lebensjahr wurde Wolle signifikant weniger gern getragen als von der Kontrollgruppe. Ein ähnlicher Trend zeigte sich bei Woll-Synthetik-Mischungen. Dagegen hatten die Kinder mit Synthetikbekleidung keine Probleme. Am deutlichsten war das Vermeidungsverhalten bezüglich Wolle in der Subgruppe mit Erstmanifestation des atopischen Ekzems im 2. bis 4. Lebensjahr. [49]

Gerade für die chronisch vorbelastete Haut des Patienten mit atopischer Dermatitis ist es also wichtig, eine geeignete Auswahl an Textilien und Bekleidungsstücken zu treffen, um die mechanische und chemische Irritation auf ein Minimum zu reduzieren.

5.4 Empfehlungen

Trotz der geringen Wahrscheinlichkeit einer allgemeinen Hautirritation durch Bekleidung, sind besonders für Patienten mit atopischem Ekzem einige Punkte beim Textilkau zu beachten. Die körpernahe Bekleidung wie Unterwäsche, Schlafanzüge und Strumpfwaren, sollte nicht zu eng und ungefärbt sein. Außerdem muss die Materialzusammensetzung den hohen Ansprüchen sensibler Haut genügen. [17]

Der Verbraucher sollte beim Kauf auf das Prüfsiegel "Textiles Vertrauen – schadstoffgeprüfte Textilien nach OEKO-TEX® Standard 100 achten. Auch die Produktauszeichnung des Hohens-teiner Qualitätslabels garantiert den Nachweis einer wissenschaftlich fundierten Laborüberprüfung von Atmungsaktivität und Tragekomfort. [17] Bei der Auswahl von Kleidung sowie Bettwäsche sollten tierische Materialien wie z.B. Wolle, Seide, Leder und Pelze gemieden werden, da bei Atopikern häufig eine Unverträglichkeit gegen tierisches Eiweiß besteht oder bei längerfristigem Kontakt droht. Die Bekleidung sollte nicht zu eng sowie gut luftdurchlässig sein, um einen Wärmestau und damit vermehrtes Schwitzen zu vermeiden. Direkt auf der Haut sollte ungefärbte, kochfeste Baumwollwäsche getragen werden, damit sich Salben und Cremereste gut auswaschen lassen. [49] Grundsätzlich sollten beim Tragen von Kleidung, die direkten Körperkontakt hat, mechanische Reizungen, wie z.B. das Scheuern von Nähten oder Etiketten, vermieden werden. Außerdem sollte das Trocknen von Baumwollwäsche möglichst an der Luft und nicht im Trockner erfolgen, da die hohen Temperaturen durch Strukturveränderungen der Fasern die Feuchtigkeitskapazität der Kleidung verringern. [40]

5. Diskussion

Zur Vermeidung von Waschmittelrückständen sollte darauf geachtet werden, dass die Waschmaschine richtig beladen ist. Eine möglichst hohe Schleuderdrehzahl verringert zusätzlich die Restfeuchte und die darin enthaltenen Waschmittelrückstände. Frontlader mit 1600 Umdrehungen pro Minute schleudern bis zu zehn Prozent mehr Wasser aus der Wäsche als Geräte mit 1200 Touren. [116] Ein häufiges Problem ist die Dosierung der Waschmittelmenge nach Gefühl. Der Härtegrad des Wassers ebenso wie der Verschmutzungsgrad der Wäsche sind nicht zu unterschätzende Ursachen von Dosierfehlern. Meist wird zu hoch dosiert. [24]

Bei Waschmittelunterdosierung verursacht der zu gering bemessene Wasserenthärter, besonders bei höherer Wasserhärte, Kalkablagerungen auf den Textilien. Die im Wasser und im Textilschmutz enthaltenen Kalzium- und Magnesium-Ionen werden nicht vollständig gebunden und fallen als scharfkantige Kalkkristalle aus. Die Wäsche wird dadurch hart, kratzig und rau. Durch eine Waschmittelüberdosierung können sich je nach Produkt, Konstruktion der Waschmaschine sowie dem Druck, mit dem das Wasser in die Einspülkammer gespült wird, Reste des zuviel dosierten Waschmittels in der Einspülkammer festsetzen. Diese Reste können sich bei den nachfolgenden Spülgängen lösen und als Ablagerungen auf der Wäsche verbleiben, insbesondere im niederen Temperaturbereich. [56]

6. Zusammenfassung

6.1 Zusammenfassung

Die vorgeschädigte Haut von Patienten mit atopischer Dermatitis kann neben vielen anderen Triggerfaktoren eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Textilien und Waschmittel aufweisen. Da echte Waschmittelallergien extrem selten auftreten, handelt es sich hierbei meist um eine zusätzliche Reizung der ekzematösen Haut infolge des engen Kontaktes mit der Kleidung. Solche Irritationsphänomene sind also nach wie vor präsent und stellen trotz der vielen technischen und chemischen Weiterentwicklungen am Waschmittelmarkt für die sensible Haut des atopischen Kindes eine besondere Herausforderung dar.

In der vorliegenden Studie wurde im Rahmen eines Doppelblindversuches die Wirkung von Waschmittelrückständen in Baumwollstoffproben auf die Haut von Kindern mit atopischer Dermatitis untersucht. Die 33 ausgewerteten Patienten trugen für eine Dauer von 48 Stunden jeweils eine kalt- und eine warm gespülte Stoffprobe jeweils links und rechts am Fußknöchel. Anhand eines modifizierten SCORAD-Befundbogens sowie durch fotografische Dokumentation wurden die klinisch objektivierbaren Befunde vor und nach der Tragezeit festgehalten. Zusätzlich wurde die Menge der verbliebenen Waschmittelrückstände in den Stoffproben mittels pH-Wert Bestimmung der Waschflotte und UV-Spektroskopie der anionischen Tenside quantitativ ermittelt und verglichen.

Die Untersuchungen zeigen, dass sich sowohl bei den kalt gespülten als auch bei den intensiv warm gespülten Proben überwiegend eine Verbesserung des Hautbefundes feststellen lässt. Diese Verbesserung ist zwar bei den intensiv warm gespülten Proben etwas stärker ausgeprägt, jedoch nicht signifikant. Dieser geringe Unterschied ließ sich ebenfalls beim Alkalitätsnachweis der Flotte und in der UV-spektroskopischen Bestimmung des linearen Alkylbenzolsulfonates (LAS) nachweisen.

Basierend auf den Ergebnissen der Studie führt effektiveres Spülen mit erwärmtem Wasser und eine hohe Schleuderdrehzahl nur zu einer sehr geringen Reduzierung der Waschmittelrückstände. Eine damit verbundene Verbesserung der Hautsymptome bei Patienten mit atopischer Dermatitis muss im täglichen Leben als klinisch nicht relevant eingeschätzt werden.

6. Zusammenfassung

6.2 Summary

The previously impaired skin of patients with atopic dermatitis can, next to various other trigger factors, present a higher sensitivity towards textiles and detergents. While IgE-mediated detergent allergies occur extremely rarely, skin symptoms may rather derive from additional irritation to the eczematous skin due to close contact with clothing. This kind of irritation phenomenon represents a challenge to the sensitive skin of atopic children, despite the many technical and chemical developments in the sector of detergent-production.

In this study, the effect of detergent-residue on cotton fabric samples on the skin of children with atopic dermatitis was analyzed in a double-blind test. The 33 evaluated patients wore for the duration of 48 hours a cold-rinsed and an intensively warm-rinsed fabric sample on each the right and left ankle. Based on a modified SCORAD-sheet and photographic documentation the clinically objectifiable results were investigated before and after the 48 hours. In addition, the amount of detergent residue in the fabric samples was measured quantitatively and compared by use of pH-value measurement of washing solvent and UV-spectroscopy of the anionic surfactants.

The analyses showed that with the cold-rinsed as well as the intensively warm-rinsed samples an improvement of the skin-area could be established. The improvement was slightly more marked with the intensive warm-rinsed samples, though not significant. This minor difference was also observed with the alkalinity-detection of washing solvent and in the UV-spectroscopic determination of the linear alkyl benzene sulfonates (LAS).

Based on the results of the study, effective rinsing with heated water and a high overspeed only result in a slight reduction of detergent residue. An associated advancement of the skin symptoms in patients with atopic dermatitis has to be estimated as clinically irrelevant in daily life.

7. Literaturverzeichnis

- [1] Ring J, Krämer U, Schäfer T et al.
Why are allergies increasing? *Current Opinion in Immunology* 2001;13:701-708.
- [2] Krüger H.
Allergische und toxisch- degenerative Vorgänge bei Hautschädigungen durch Seifen und Waschmittel. *Fette. Seifen. Anstrichmittel European Journale of Lipid Science an Technology* 1958;60(5):369-372.
- [3] Glathe S, Schermer D.
Wasser, Wäsche, Umwelt - Alles sauber ? In: *Chemie in unserer Zeit*, 37: 336–346 (2003) Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA
- [4] Schroeder F.
Aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der Waschmittel. 2006,Forum Waschen für die Zukunft - Multiplikatorenseminar Bonn.
- [5] Krings P.
Waschen und Waschmittel im Wandel der Zeit. 2005,Henkel.
- [6] Wagner G.
Waschmittel - Chemie und Ökologie. (1993) Ernst Klett-Verlag
- [7] Frimmel F.H.
Wasser und Gewässer - Ein Handbuch. (1999) Spektrum Akademischer Verlag
- [8] Smulders E, Rähse W, Rybinski W et al.
Laundry Detergents. (2002) Wiley-VCH-Verlag & Co. KGaA
- [9] Matthies W, Hergel A, Hockeler R, et al.
Study and evaluation of the Skin tolerance of modern washing methods.Report of the IKW/ZVEI Working Group „ Dermatological Aspects of Washing“. 2000,Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e.V (IKW).
- [10] Matthies W, Löhr A, Ippen H, et al.
Bedeutung von Rückständen von Textilwaschmitteln aus dermatotoxikologischer Sicht. *Dermatosen* 1990;38:184-9.
- [11] Donald V, Belsito, MD, Anthony F, et al.
Allergic contact dermatitis to detergents: A multicenter study to assess prevalence. *J Am Acad Dermatol* 2002;46:200-206.
- [12] Elsner P, Hatch K, Wigger-Alberti W.
Laundering in the prevention of skin infections. *Curr Probl Dermatol* 2003;31:64-81, Hohenstein Institute
- [13] Matthies W.
Allergies by detergents and cleansing products: facts and figures. *Tenside Surf Det* 1997;34(6):450-454.
- [14] Smulders E, Krings P, Verbeek H.
Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Wasch- und Reinigungsmittel. *Tenside Surf Det* 1997;34(6):386-392.
- [15] Gottfreund J, Jander B, Schweitzer KD.
Chemischer Aufbau und dermatologische Leistung von Syndets. *SÖFW - Journal* 1994;120(13):755-761.
- [16] Augustin M, Schommer A.
Neurodermitis Eine Diagnose-Tausend Fragen. (2009) Deutscher Neurodermitis Bund e.V.(Hrsg.). Thomas Schwennesen Verlag

7. Literaturverzeichnis

- [17] Höfer D.
Empfehlungen für den Textilkau für Patienten mit Neurodermitis und empfindlicher Haut. 2007,Internationales Textilforschungszentrum Hohensteiner Institute.
- [18] Nedorost S, Kessler M, McCormick T.
Allergens retained in Clothing. *Dermatitis* 2007;18(4):212-214.
- [19] Hornstein O.
Textilverträglichkeit bei Hautkrankheiten. *Lenzinger Berichte* 1989;67:68-75.
- [20] Elsner P.
Allergische und irritative Textildermitis. *Schweizerische medizinische Wochenschrift* 1994;124:111-118.
- [21] Willis C, Lindberg M.
Understanding the irritant reaction. In: *Skin, hair and nails. Structure and function.* (Forslind B, Lindberg M, eds) New York: Marcel & Dekker 2004:233-272.
- [22] Geier J.
Allergien: Ein Thema für Wasch- und Reinigungsmittel? 10. Akteur-Workshop des Forum Waschen 2010,Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK), Universitäts-Hautklinik Göttingen.
- [23] Miele AG.
Mehr Lebensqualität für Allergiker, Broschüre. 2005
- [24] Rüdener I, Gensch CO.
Einsparpotenziale durch automatische Dosierung bei Waschmaschinen. Studie im Auftrag der Miele & Cie. KG. 2008,Öko-Institut e.V.
- [25] Rüdener I, Eberle U, Griebhammer R.
Ökobilanz und Lebenszykluskostenrechnung Wäschewaschen – Vergleich des Waschens bei durchschnittlichen Waschttemperaturen mit Waschen bei niedrigeren Waschttemperaturen. Im Auftrag der Procter & Gamble Service GmbH. 2006,Öko-Institut e.V.
- [26] Ochs K.
Waschen. 2005,Henkel AG & Co. KGaA.
- [27] Lichtenberg W, Girmond F, Niedner R, et al.
Hygieneaspekte beim Niedrigtemperaturwaschen. *SÖFW - Journal* 2006;8:28-34.
- [28] Reifenberger J, Ruzicka T.
Haut und Hautanhangsorgane. In: Zilles K, Tillmann B. (Hrsg.). *Anatomie*. 1. Auflage (2010) 587-593, Springer-Verlag
- [29] Moll I.
Duale Reihe-Dermatologie. 7. Auflage (2010) Thieme-Verlag
- [30] Zalpour C.
Haut und Sinnesorgane. In: *Anatomie/ Physiologie*. 3. Auflage (2010) 225-244, Urban-Fischer-Verlag
- [31] Lippert H.
Lehrbuch Anatomie. 8. Auflage (2011) Urban & Fischer-Verlag
- [32] Tutsch D, Boss N, Wangerin G, et al.
Lexikon Medizin. Sonderausgabe (1997) Urban & Schwarzenberg Verlag
- [33] Welsch U, Deller T.
Haut. In: *Lehrbuch Histologie*. 3. Auflage (2010) 465-483, Urban & Fisher-Verlag

7. Literaturverzeichnis

- [34] Spornitz U.
Haut und Anhangsorgane. In: Anatomie und Physiologie. 6. Auflage (2010)
431-443, Springer-Verlag
- [35] Drenckhahn D, Waschke J.
Haut und Hautanhangsgebilde. In: Taschenbuch Anatomie. 1. Auflage (2008)
559-561, Urban & Fischer-Verlag
- [36] Bürgi D, Knechtenhofer L.
Chemikalien in Textilien. 2005, FRIEDLIPARTNER AG Zürich; Im Auftrag des
Bundesamtes für Gesundheit (BAG).
- [37] The Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products (SCCNFP).
Position Statement on the Calculation of the Margin of Safety of ingredients
incorporated in cosmetics which may be applied to the skin of children.
SCCNFP/0557/02, final. 2002
- [38] Fritsch P.
Dermatologie/ Venerologie für das Studium. 1. Auflage (2009) Springer-Verlag
- [39] Fröschl B, Arts D, Leopold C.
Topische antientzündliche Behandlung der Neurodermitis im Kindesalter.
2008; 2. Auflage, HTA-Bericht 60 der DAHTA-Datenbank des DIMDI.
- [40] Wohlrab J.
Trends in Clinical and Experimental Dermatology, Adjuvante Therapie der
Atopischen Dermatitis - Konsenspapier des Arbeitskreises LATOPIA,
2005. Shaker Verlag
- [41] Forrest S, Dunn K, Elliott K, et al.
Identifying genes predisposing to atopic eczema. *J All Clin Immunol*
1999;104(5):1066-1070.
- [42] Werfel T, Cleas C, Kulp W, et al.
Therapie der Neurodermitis. 1. Auflage des HTA-Bericht 46 der DAHTA-
Datenbank des DIMDI 2006.
- [43] Höger P, Lenz W, Boutonnier A.
Staphylococcal skin colonization in children with atopic dermatitis: Prevalence,
and transmission of toxic and nontoxic strains. *J Infect Dis* 1992;165:1064-1068.
- [44] Werfel T, Aberer W, Augustin M, et al.
Neurodermitis. 2008, Leitlinien der Gesellschaft für Pädiatrische Allergologie und
Umweltmedizin e.V.
- [45] Hanifin J, Rajka G.
Diagnostic features of atopic dermatitis. *Acta Dermato Venereologica Suppl.*
1980;92:44-47.
- [46] Williams H, Burney P, Pembroke A, et al.
Validation of the U.K. diagnostic criteria for atopic dermatitis in a population
setting. U. K. Diagnostic Criteria for Atopic Dermatitis Working Party. *British
Journal of Dermatology* 1996;135(1):12-17.
- [47] Oranje A, Glazenburg EJ, Wolkerstorfer A, et al.
Practical issues on interpretation of scoring atopic dermatitis: the SCORAD index,
objective SCORAD and the three-item severity score. *British Journal of
Dermatology* 2007;157:645-648.
- [48] Hanifin J, Thurston M, Omoto M, et al.
The eczema area and severity index (EASI): Assessment of reliability in atopic
dermatitis. *Exp Dermatol* 2001;10:11-18.

7. Literaturverzeichnis

- [49] Huber A.
Dissertation: Ernährung, Kleidung und Körperpflege im Zusammenhang mit dem Auftreten eines atopischen Ekzems. 2005, ZAUM-Zentrum Allergie und Umwelt Klinische Kooperationsgruppe Umweltdermatologie und Allergologie GSF/TUM Technische Universität München Klinikum Rechts der Isar.
- [50] Schmitt A.
Der Einfluss silberbeschichteter Textilien auf die kutane Staphylococcus-aureus-Besiedelung bei Patienten mit atopischem Ekzem unter Berücksichtigung des lokalen SCORAD. 2007, Dissertation an der Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie am Biederstein der Technischen Universität München.
- [51] Keßler H.
Nachhaltigkeit in der Wasch-, Pflege- und Reinigungsmittelbranche in Deutschland. 2011, Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e.V (IKW).
- [52] Broze G.
Handbook of Detergents - Part A: Properties. Surfactant science series , Vol 82 (1999) Marcel Dekker Inc.
- [53] Bajpai D, Tyagi VK.
Laundry Detergents: An Overview. J.Oleo Sci 2007;56(7):320-340.
- [54] Detergentienverordnung
Verordnung (EG) Nr. 648/2004 Des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. März 2004 über Detergenzien (ABl. EU Nr. L 104 S. 1), geändert durch Verordnung (EG) Nr. 907/2006 vom 20. Juni 2006 (ABl. EU Nr. L 168 S. 5; 2004.
- [55] Wagner G.
Waschmittel – Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit. 4. Auflage (2010) Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA
- [56] Gebhard J, Wolf C, Ochs K.
Informationen rund ums Waschen, spülen, Reinigen. 2008, Henkel AG & Co. KGaA.
- [57] Stache H, Großmann H.
Waschmittel, Aufgaben in Hygiene und Umwelt. 2. Auflage (1992) Springer-Verlag
- [58] Gast M.
Wasch- und Reinigungsmittel in der Umwelt. – In: Chemikalien in der Umwelt – Medium Wasser. (2007), 39-51, Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- [59] Eichenberger P, Müller B, Stähli E, et al.
Waschen heute – Informationen zum Thema Waschen und Umweltschutz. 2010, Schweizerischer Kosmetik- und Waschmittelverband (SKW).
- [60] Von Flotow P, Schmidt J.
Evaluation von Selbstverpflichtungen der Verbände der chemischen Industrie, Institut für Ökologie und Unternehmensführung. 2001; Bd. 36, Arbeitspapiere des Instituts für Ökologie und Unternehmensführung e.V.
- [61] KEMI-Report.
Chemicals in textiles - report of a Government Commission. 1997, Swedish National Chemicals Inspectorate.
- [62] Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e.V (IKW).
Neue Regeln für Wasch- und Reinigungsmittel. 2005

7. Literaturverzeichnis

- [63] Fruijtier-Pölloth C.
The safety of synthetic zeolites used in detergents. Arch Toxicol 2009;83:23-35.
- [64] Bundesinstitut für Risikobewertung.
Information Nr. 018/2007 des BfR - Einführung in die Problematik der Bekleidungstextilien.
- [65] Slavin R, Lewis Ch.
Sensitivity to enzyme additives in laundry detergent workers. J. Allergy Clin. Immunol 1971;48(5):262-266.
- [66] Spök A.
Enzyme in Wasch und Reinigungsmitteln. Technikfolgenabschätzung u. Bewertung unter besonderer Berücksichtigung der Anwendung der Gentechnologie. Schriftenreihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie 1998;Band 29.
- [67] Kottwitz B, Upadek H.
Einsatz und Nutzen von Enzymen in Waschmitteln. SÖFW - Journal 1994;120(13):794-800.
- [68] Schnuch A, Uter W, Geier J, et al.
Sensitization to 26 fragrances to be labelled according to current European regulation. Results of the IVDK and review of the literature. Contact Dermatitis 2007;57:1-10.
- [69] Sainio E.
Detergent residues in textiles. Blackwell Science Ltd, Journal of Consumer Studies and Economics 1996;20:83-91.
- [70] Elsner P, Hatch K, Wigger-Alberti W.
Textiles and the Skin. Current Problems in Dermatology.; 2003.
- [71] Wei T, Geijer S, Lindberg M.
Detergents with different chemical properties induce variable degree of cytotoxicity and mRNA expression of lipid-metabolizing enzymes and differentiation markers in cultured keratinocytes. Tox in Vitro 2006;20:1378-1394.
- [72] Törmä H, Lindberg M, Berne B.
Skin Barrier Disruption by Sodium Lauryl Sulfate-Exposure Alters the Expressions of Involucrin, Transglutaminase 1, Profilaggrin, and Kallikreins during the Repair Phase in Human Skin In Vivo. Journal of Investigative Dermatology 2008;128:1212-1219.
- [73] Van Ruissen F, Le M, van der Valk PG et al.
Differential effects of detergents on keratinocyte gene expression. J Invest Dermatol 1998;110(4):358-363.
- [74] Agner T.
Susceptibility of atopic dermatitis patients to irritant dermatitis caused by sodium lauryl sulphate. Acta Derm Venerol 1991;71(4):296-300.
- [75] Andersen P, Bindslev-Jensen C, Mosbech H, et al.
Skin symptoms in patients with atopic dermatitis using enzyme-containing detergents. Acta Derm Venerol 1998;78:60-62.
- [76] Diers D, Curcio A, Flechtker S.
Seifen und Waschmittel - Seminar: Schulorientiertes Experimentieren. 2008, Westfälische Wilhelmsuniversität Münster, Institut für Didaktik der Chemie.

7. Literaturverzeichnis

- [77] CENELEC Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung.
Europäische Norm 60456: Waschmaschinen für den Hausgebrauch - Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften. 2005
- [78] Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung - EnVKV
1997, Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung vom 30. Oktober 1997 (BGBl. I S. 2616), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 19. Februar 2004 (BGBl. I S. 311) geändert worden ist.
- [79] Hilgers T.
Introduction to IEC. 2008, wfk-Testgewebe GmbH.
- [80] ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.
Das neue Energielabel. 2010; 2. Auflage
- [81] Wasch- und Reinigungsmittelgesetz – WRMG
29. April 2007, BGBl. I S. 600.
- [82] Phosphathöchstmengenverordnung – PhöchstMengV
1980, Phosphathöchstmengenverordnung vom 4. Juni 1980 (BGBl. I S. 664).
- [83] Bürgi D, Gnehm R.
Textilfarbstoffe. 2009, FRIEDLIPARTNER AG Zürich; Im Auftrag des Bundesamtes für Gesundheit (BAG).
- [84] Bundesinstitut für Risikobewertung.
Aktualisierter Bericht zur 12. Sitzung des Arbeitskreises „Gesundheitliche Bewertung von Textilhilfsmitteln und -farbmitteln“ der Arbeitsgruppe „Textilien“ des BfR. 2006
- [85] Textilkennzeichnungsgesetz
1969, Textilkennzeichnungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 1986 (BGBl. I S. 1285), das zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 26. August 2010 (BGBl. I S. 1248) geändert worden ist.
- [86] Wittner G.
Kennzeichnung von Ökotextilien - Mode mit besonderer Qualität. 2010, Die Umweltberatung - Wien.
- [87] OEKO-TEX® Zürich. International Association for Research and Testing in the Field of Textile Ecology, OEKO-TEX® Standard 100. 2012
- [88] OEKO-TEX® International, Prüfgemeinschaft Umweltfreundliche Textilien, Zürich.
OEKO-TEX® Standard 1000. 2011
- [89] Schnuch A, Aberer W, Agathos M, et al.
Durchführung des Epikutantests mit Kontaktallergenen. Leitlinien der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft (DDG) und der Deutschen Gesellschaft für Allergie und klinische Immunologie (DGAKI). JDDG 2008;9 (Band 6):770-775.
- [90] Schnuch A, Geier J, Lessmann H, et al.
Untersuchungen zur Verbreitung umweltbedingter Kontaktallergien mit Schwerpunkt im privaten Bereich. Forschungsbericht 29961219 UBA-FB000574. WaBoLu-Hefte. 2004, Umweltbundesamt.
- [91] Stamminger R, Wallenborn N.
Latest learning of factors influencing the accuracy of testing alkalinity in washing processes. 2007, Institut für Landtechnik - Sektion Haushalttechnik der Universität Bonn.

7. Literaturverzeichnis

- [92] Mzebase A.
Entwicklung und Validierung einer Methode zur Bestimmung der Spüleffizienz von Haushaltswaschmaschinen. 2011, Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie der TU Berlin im Arbeitskreis von Prof. Dr. L. W. Kroh und der Bosch/ Siemens Hausgeräte GmbH Berlin.
- [93] Agarwal C, Gupta BN, Mathur AK, et al.
Residue analysis of detergent in crockery and clothes. *Environ Ecol* 1986;4:240-3.
- [94] Rodriguez C, Calvin G, Lally C, et al.
Skin Effects Associated with Wearing Fabrics Washed with Commercial Laundry Detergents. *J Toxicol. Cut. and Ocular Toxicol.* 1994;13(1):39-45.
- [95] Basketter D, English JS, Wakelin SH, et al.
Enzymes, detergents and skin: facts and fantasies. *Br J Dermatol* 2008;158(6):1177-1181.
- [96] Kiriya T, Sugiura H, Uehara M.
Residual washing detergent in cotton clothes: a factor of winter deterioration of dry skin in atopic dermatitis. *The Journal of dermatology* 2003;30(10):708-12.
- [97] Lazarov A, Cordoba M, Plosk N et al.
Atypical and unusual clinical manifestations of contact dermatitis to clothing (textile contact dermatitis): case presentation and review of the literature. *Dermatol Online J* 2003;9(3):1.
- [98] Diepgen T, Stäbler A, Hornstein OP.
Textile intolerance in atopic eczema - a controlled clinical study. *Z Hautkr* 1990;65(10):907-10.
- [99] Maccharia W, Anabwani GM, Owili DM.
Effects of skin contactants on evolution of atopic dermatitis in children: a case control study. *Trop Doct.* 1991;21(3):104-6.
- [100] Diepgen L, Blohmann W.
Textilverträglichkeit bei Kindern und Erwachsenen mit empfindlicher Haut, atopischer Hautdiathese, atopischem Ekzem; Durchführung einer Studie an der Uni-Klinik Heidelberg mit den Textilien der Serien „Sensitive Pure“ und „Sensitive Silver. 2008, Zusammenfassung von Katrin Bauer, Schiesser AG.
- [101] Bischoff E, Fischer A, Liebenberg B.
Mite control with low temperature washing-II. Elimination of living mites on clothing. *Clinical & Experimental Allergy* 1998;28(1):60-65.
- [102] Haug S, Roll A, Schmid-Grendelmeier P, et al.
Coated textiles in the treatment of atopic dermatitis. *Curr Probl Dermatol* 2006;33:144-151.
- [103] Gauger A, Fischer S, Mempel M et al.
Efficacy and functionality of silver-coated textiles in patients with atopic eczema. *JEADV European Academy of Dermatology and Venereology* 2006;18(534-541).
- [104] Daeschlein G, Assadian O, Arnold A, et al.
Bacterial Burden of Worn Therapeutic Silver Textiles for Neurodermitis Patients and Evaluation of Efficacy of Washing. *Skin Pharmakol Physiol* 2010;23:86-90.
- [105] Bundesinstitut für Risikobewertung.
Protokoll der 2. Sitzung des Ausschusses „Textilien und Leder“ der BfR-Kommission Bedarfsgegenstände. 2010

7. Literaturverzeichnis

- [106] Basketter D, Reynolds F, Rowson M et al.
Visual assessment of human skin irritation: a sensitive and reproducible tool. *Contact Dermatitis* 1997;37(5):218-220.
- [107] Basketter D, Pons-Guiraud A, van Asten A.
Fragrance allergy: assessing the safety of washed fabrics. *Cont Derm* 2010;62(6):349-54.
- [108] Sarlo K, Kirchner DB, Troyano E.
Assessing the risk of type 1 allergy to enzymes present in laundry and cleaning products: evidence from the clinical data. *Toxicol* 2010;271(3):87-93.
- [109] Corea N, Basketter DA, Clapp C, et al.
Fragrance allergy: assessing the risk from washed fabrics. *Contact Dermatitis* 2006;55(1):48-53.
- [110] Imokawa G, Sumura K, Katsumi M.
Study on skin roughness caused by surfactants: I. A new Method in vivo for evaluation of skin roughness. *J Am Oil Chem Soc* 1975;52(12):479-83.
- [111] Schrader K, Rohr M.
Tenside- Ihre Beurteilung hinsichtlich Wirkung und Nebenwirkungen. *Euro Cosmetics* 1994;1-2:18-22
- [112] Gloor M, Völlm P, Gehse M et al.
Irritationseffekt von Tensiden bei Patienten mit Gewerbeekzemen im Friseur- und Krankenpflegeberuf. Vergleichsuntersuchungen mit Gesunden und Neurodermitikern. *Dermatosen* 1985;33(3):86-89.
- [113] Hariry H.
Untersuchung zum postpartalen Verlauf des Hautoberflächen-pH-Wertes von Säuglingen atopischer und nicht atopischer Familien zur Beurteilung des pH-Wertes als Prädiktor und pathogenetischen Faktors bei der atopischen Dermatitis. 2008, Dissertation aus dem Fachbereich Humanwissenschaften, Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie der Universität Osnabrück.
- [114] Stadler J, Taieb A, Atherton DJ et al.
Severity scoring of atopic dermatitis: the SCORAD index. *Dermatology* 1993;186:23-31.
- [115] Hall-Manning T, Holland GH, Rennie G et al.
Skin irritation potential of mixed surfactant systems. *Food Chem Toxicol.* 1998;36(3):233-8.
- [116] Stiftung Warentest.
Waschmaschinen - Schwachpunkt Spülen. 2004;9:62-66

8. Graphikenverzeichnis

Graphik 1: Geschlechterverteilung.....	40
Graphik 2: Altersverteilung.....	41
Graphik 3: Gesamt-SCORAD der einzelnen Probanden bei Klinikaufnahme	42
Graphik 4: Mittelwerte des Aufnahme-SCORAD bezogen auf die Jahreszeit	43
Graphik 5: Häufigkeitsverteilung der Befunde aus SCORAD Teil B	44
Graphik 6: Verteilung der SCORAD-Differenzen.....	47
Graphik 7: pH-Verlauf während der Waschvorgänge für warme und kalte Proben.....	49
Graphik 8: Verlauf des Leitwertes während der Waschvorgänge für warme und kalte Proben...	50

8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Haupt- und Nebenkriterien (45).....	7
Abbildung 2: SCORAD (Gesellschaft Pädiatrische Allergologie und Umweltmedizin)	9
Abbildung 3: Sinnerscher Kreis bei 60°C und 40°C [56]	12
Abbildung 4: Waschmittelverbrauch, typische Dosierung und anfallende Wäschemenge [51]...	13
Abbildung 5: Waschttemperaturen im Zeitverlauf [59].....	13
Abbildung 6: Waschmittel, Wasser und Energieverbrauch [59].....	19
Abbildung 7: Das neue Energielabel für Haushaltswaschmaschinen [80]	20
Abbildung 8: Chemische Substanzen zur Modifikation der Textilien [12]	22
Abbildung 9: Verteilung der Ekzemreaktion bei Bekleidungssekzemen. [19]	23
Abbildung 10: Textil-Label [86-88].....	24
Abbildung 11: Modifizierter SCORAD	28
Abbildung 12: Knöchelregion rechts – Untersuchungstermin 1	30
Abbildung 13: Knöchelregion rechts nach Probenfixierung – Untersuchungstermin 1	31
Abbildung 14: EMPA Prüfanschmutzung nach dem Waschgang	36
Abbildung 15: Befestigung der Prüfanschmutzung [77].....	36
Abbildung 16: LAS und TAED – Spektrum [92]	38

8. Anhang

8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: SCORAD Teil A und B im Untersuchungszeitraum	45
Tabelle 2: SCORAD-Differenz im Untersuchungszeitraum	46
Tabelle 3: SCORAD-Differenzen zwischen warm und kalt gespülten Proben	47
Tabelle 4: pH-Werte der Flotte im Waschverlauf der warm/ kalt gespülten Proben.....	49
Tabelle 5: Veränderung des Leitwertes der Flotte im Waschverlauf.....	51
Tabelle 6: Waschzyklus des Jahres 2008.....	52
Tabelle 7: Waschzyklus des Jahres 2011	53

Danksagung

Bedanken möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. med. Bodo Niggemann der Abteilung Pädiatrische Allergologie und Pneumologie am Hedwig-von-Rittberg-Zentrum der DRK-Kliniken Berlin Westend für die Betreuung des Projekts.

Mein besonderer Dank gilt an dieser Stelle Herrn Oberarzt Dr. med. dent. Christian Finke aus der Abteilung für Kinderzahnmedizin vom Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Charité - Universitätsmedizin Berlin für die Auswahl und Überlassung des vorliegenden Themas sowie die kontinuierliche Unterstützung, Anregungen und Ratschläge bei der Durchführung der Arbeit.

Herrn Dr. med. Stefan Hamann und insbesondere Frau Dr. med. Katja Spittel der Kinder Reha Klinik Norderney sei ebenfalls ein ausdrücklich großes Dankeschön gewidmet, da Sie den größten Anteil der Probanden betreut und auch befundet haben.

Bei Herrn Dr. med. Laube der Kinder Reha Usedom in Seebad Kölpinsee bedanke ich mich für die Befundung der letzten 7 Kinder.

Ein großes Dankeschön gilt ebenso den beteiligten Kindern und Eltern der Reha- Kliniken von Norderney und Kölpinsee auf Usedom für die tatkräftige Mitarbeit an dieser Studie.

Herrn Dr. Ulrich Sommer, ehemaliger Leiter des Laboratoriums „Umweltverträglichkeit von Reinigungsverfahren" der Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung (BAM), Berlin, danke ich für die technische, materielle und instrumentelle Unterstützung und Beratung.

Frau Gundula Cyzewski der Firma Bosch - Siemens Hausgeräte sowie Dr. Bettina Cämmerer und Arlette Mzebase der TU Berlin Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie danke ich für die Beratung und die unkomplizierte Betreuung bei der Analyse chemischer Parameter.

Abschließend bedanke ich mich noch bei Herrn Dr. Grabenhenrich für die kompetenten Tipps zur statistischen Auswertung und bei meinem Studienkamerad Christian Goy für die Unterstützung bei der praktischen Umsetzung der Arbeit.

8. Anhang

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, Marco Bochmann, dass die vorliegende Dissertationsschrift mit dem Thema: „Untersuchung zur Auswirkung von Waschmittelrückständen auf das atopische Ekzem“, von mir selbst und ohne die Hilfe Dritter erstellt wurde. Sie stellt keine Kopie anderer Arbeiten dar und die von mir benutzten Quellen und Hilfsmittel sind vollständig angegeben. Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät vorgelegt worden.

Berlin, den

Marco Bochmann