

Herstellung und Evaluation einer Feuchtigkeitscreme



Anis Ameti, W6m
Maturitätsarbeit 2023
an der Kantonsschule Zürich Nord
Betreuer: Christophe Eckard
Zürich, November 2023

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|-----------|
| 1. VORWORT | 1 |
| 2. THEORIE | 2 |
| 2.1 DEFINITION | 2 |
| 2.2 HISTORISCHER HINTERGRUND | 3 |
| 2.3 AUFBAU UND FUNKTION DER EPIDERMIS | 5 |
| 2.4 WIRKUNG VON FEUCHTIGKEITSCREMES AUF DER EPIDERMIS | 7 |
| 2.5 BASISFORMULIERUNG EINER FEUCHTIGKEITSCREME | 8 |
| 2.6 FORMULIERUNG EIGENER FEUCHTIGKEITSCREME | 11 |
| 2.7 THEORIE HAUTTESTS ANHAND VON MESSGERÄTEN | 18 |
| 3. MATERIAL UND METHODE | 20 |
| 3.1 HERSTELLUNG FEUCHTIGKEITSCREME | 20 |
| 3.1.1 MATERIAL UND CHEMIKALIEN ZUR HERSTELLUNG | 20 |
| 3.1.2 METHODE HERSTELLUNG FEUCHTIGKEITSCREME | 22 |
| 3.2 DURCHFÜHRUNG HAUTTESTS | 24 |
| 3.2.1 MATERIAL UND CHEMIKALIEN ZUR DURCHFÜHRUNG DER HAUTTESTS | 24 |
| 3.2.2 METHODE DURCHFÜHRUNG HAUTTESTS MITTELS MESSGERÄTEN | 25 |
| 3.2.3 METHODE DURCHFÜHRUNG HAUTVERTRÄGLICHKEITSBEZOGENER HAUTTEST | 26 |
| 4. RESULTATE DER TESTS | 27 |
| 4.1 MESSWERTE DER HAUTTESTS | 27 |
| 4.1.1 MESSRESULTATE TEWAMETER® | 27 |
| 4.1.2 MESSRESULTATE CORNEOMETER® | 28 |
| 4.1.3 MESSRESULTATE SKIN-PH-METER® | 30 |
| 4.2 RESULTATE HAUTVERTRÄGLICHKEITSBEZOGENER HAUTTEST | 31 |
| 5. INTERPRETATION UND DISKUSSION | 32 |
| 5.1 ERFAHRUNGEN HERSTELLUNG FEUCHTIGKEITSCREME | 32 |
| 5.2 INTERPRETATION UND DISKUSSION DER RESULTATE DER HAUTTESTS | 33 |
| 5.2.1 INTERPRETATION UND DISKUSSION DER RESULTATE DER HAUTTESTS MITTELS MESSGERÄTE | 33 |
| 5.2.2 INTERPRETATION UND DISKUSSION DER RESULTATE DES HAUTTESTS BEZÜGLICH HAUTVERTRÄGLICHKEIT | 36 |
| 5.3 VERGLEICH DER SELBSTHERGESTELLTEN FEUCHTIGKEITSCREME | 37 |
| 5.3.1 VERGLEICH MIT HANDELSÜBLICHEN FEUCHTIGKEITSCREMES | 37 |
| 5.3.2 VERGLEICH MIT ANDEREN STUDIEN | 38 |
| 5.4 VERBESSERUNGSMÖGLICHKEITEN | 39 |
| 5.4.1 FORMULIERUNG DER FEUCHTIGKEITSCREME | 39 |
| 5.4.2 ERHEBUNG DER MESSDATEN | 40 |
| 6. ZUSAMMENFASSUNG | 41 |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 7. SCHLUSSBEMERKUNG | 42 |
| 8. GLOSSAR | 43 |
| 9. LITERATURVERZEICHNIS | 44 |
| 10. ABBILDUNGSVERZEICHNIS | 48 |
| 11. TABELLENVERZEICHNIS | 48 |
| 12. DANKSAGUNG | 49 |
| 13. ANHANG | 50 |

1. Vorwort

Das Ideal von makelloser Haut hat sich seit Jahren in unserer Gesellschaft etabliert. Wer schöne Haut hat, wirkt sofort gesünder, attraktiver und tritt automatisch selbstbewusster auf. Neben einer ausgewogenen Ernährung und einem gesunden Lebensstil spielt die Hautpflege eine grosse Rolle im Erreichen eines gesunden Hautbildes. Die Kosmetikbranche sieht darin eine finanzielle Opportunität. Sie versucht aus den Unsicherheiten von Menschen Kapital zu schlagen und verkauft ihr vielfältiges Angebot an Hautpflege, spezifiziert für jeden Hauttyp und jedes Hautproblem. Als ich während der Pandemie im Lockdown selbst mit zur Akne neigender Haut kämpfte, überkam mich die Motivation, etwas daran zu ändern. Ich suchte nach Produkten, die mir helfen konnten und gab sehr viel Geld dafür aus. Es zeigten jedoch nur die wenigsten Produkte eine positive Wirkung. Ich entschied mich, die Dinge selbst in die Hand zu nehmen und befasste mich ausführlich mit den Inhaltsstoffen der Hautpflegeprodukte. Es entstand der spezifische Wunsch, ein eigenes Hautpflegeprodukt herzustellen.

Mein Fokus in der breiten Produktlandschaft fiel auf Feuchtigkeitscremes, da diese von allen verwendet werden können, eine vielseitige Wirkung haben und in der Herstellung einfach umzusetzen sind. Ich wollte eine Feuchtigkeitscreme herstellen, die effektiv wirkt, hautverträglich ist und eine möglichst grosse Alterspanne anspricht. Die Zusammensetzung sollte auf möglichst effektiven Wirkstoffen beruhen und gleichzeitig auf den Einsatz von potenziell reizenden Inhaltsstoffen, wie Duft- oder Farbstoffe, verzichten.

Diese Maturitätsarbeit umfasst folgende Leitfragen, die im Laufe der Arbeit geklärt werden:

- **Wie wirkt eine Feuchtigkeitscreme auf die Haut?**
- **Wie ist eine Feuchtigkeitscreme aufgebaut?**
- **Wie stellt man auf Grundlage dieser Informationen eine ideale Feuchtigkeitscreme her?**
- **Wie kann man die Wirkung dieser Feuchtigkeitscreme evaluieren?**

Das Vorgehen beinhaltet mehrere Phasen, darunter eine Recherche-, eine Herstellungs- und eine Evaluierungsphase. Zuerst wird mittels Quellen das benötigte Wissen bezüglich der Zusammenstellung, Wirkung und Funktion von Feuchtigkeitscremes gewonnen. Zudem werden Inhaltsstoffe auf ihre Wirkung bzw. ihren Nutzen analysiert, wodurch eine Formulierung erstellt wird. Anhand dieser Formulierung wurde im Labor der Kantonsschule Zürich Nord durch mehrere Versuche die Feuchtigkeitscreme hergestellt. Zuletzt analysiere und evaluiere ich extern meine Erfahrungen hinsichtlich der Effektivität anhand verschiedener Kriterien.

2. Theorie

2.1 Definition

Feuchtigkeitscremes sind topisch angewandte Emulsionen, die im Allgemeinen zur Erhöhung des Wassergehalts der Haut, der Reduzierung des transepidermalen Wasserverlusts (TEWL) und somit zur Erhaltung der Hautbarriere verwendet werden.¹ Das Wort «Emulsion» leitet sich vom Lateinischen «emulgere» ("ausmelken") ab und bezeichnet eine Gruppe von therapeutischen Mitteln, bestehend aus einer hydrophilen und einer lipophilen Phase.^{2,3} Signifikant ist, dass sich diese Phasen nicht mischen und einen Emulgator benötigen. Die hydrophile Phase wird oft als Wasserphase (nachfolgend abgekürzt mit «W») bezeichnet, auch wenn diese kein Wasser beinhaltet. Die unpolare lipophile Phase wird dagegen als Ölphase (abgekürzt mit «O») bezeichnet.³

Gemeinsam bilden die zwei Phasen mittels Emulgator ein Emulsionssystem. Beim Emulsionssystem kann es sich entweder um eine O/W (Öl in Wasser) Emulsion handeln, bei der die Wasserphase überwiegt oder eine W/O (Wasser in Öl) Emulsion, bei der die Ölphase überwiegt. O/W Emulsionen funktionieren mit der Ölphase als disperse, bzw. als innere Phase, wobei die Wasserphase als Dispersionsmittel, bzw. innere Phase wirkt. Die beiden Phasen werden durch einen Emulgator, der zwischen den Phasen einen Emulgatorfilm bildet, zusammengehalten (siehe Abb. 1). Es bilden sich kleine Tröpfchen, die normalerweise 0,5–100 µm groß sind.³

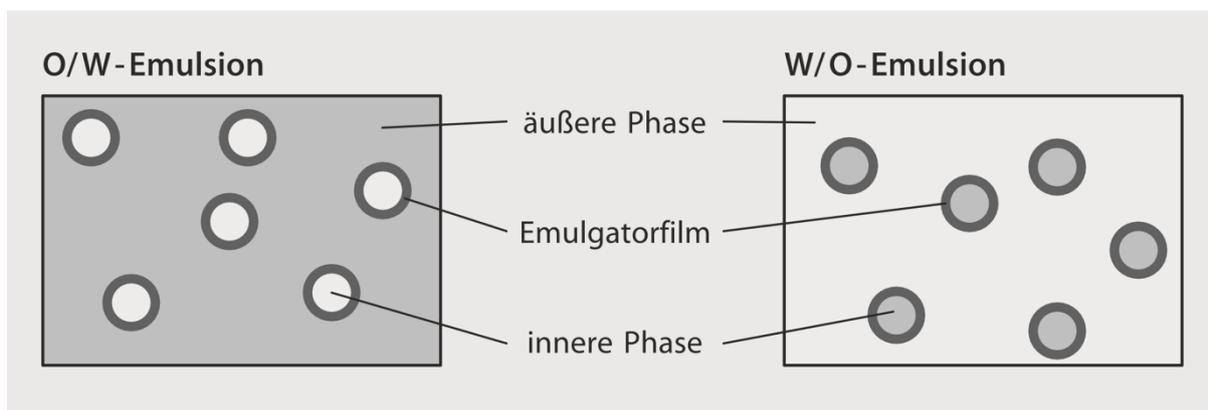


Abb. 1: O/W- und W/O-Emulsion. ⁴

¹ Harwood, Anne (2022). Moisturizers. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545171/#>, 22.07.23.

² Harper, Douglas (2023). Etymology of Emulsion. <https://www.etymonline.com/de/word/Emulsion>, 22.07.23.

³ Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 138f.

⁴ Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 139.

In Bezug auf Feuchtigkeitscremes handelt es sich um O/W Emulsionen. Diese Arbeit beinhaltet ausschliesslich die Formulierung, Herstellung und Evaluierung einer **Feuchtigkeitscreme**.

Genau genommen ist der Begriff "Feuchtigkeitscreme" irreführend, da es weder in der Kosmetik noch in der Dermatologie eine eindeutige Definition für diesen Ausdruck gibt. Marketingaussagen vermitteln jedoch vielen Menschen den Eindruck, dass die Haut anhand Feuchtigkeitscremes mit Wasser angereichert wird, was jedoch nicht der Fall ist.⁵

2.2 Historischer Hintergrund

Schon seit der Entstehung der Menschheit ist es ein Instinkt, die Haut bei Bedarf mit öligen oder fetthaltigen Substanzen zu pflegen.⁶ Im alten Ägypten vor rund 6000 Jahren verwendete man verschiedene Pflanzen und Kräuter, um daraus Salben und Cremes herzustellen, die die Haut regenerierten und ein jüngeres Aussehen verliehen. Natürliche Wirkstoffe wie Honig, tierische oder pflanzliche Fette und Öle galten damals schon wegen ihrer okklusiven und heilenden Eigenschaften als hoch angesehene Ressourcen für die Hautpflege. Aloe, Myrrhe und Weihrauch waren dabei die Vorläufer unserer modernen "Anti-Aging"-Mittel.⁷ Damals war es nicht nur üblich, Hautpflege aus therapeutischen Gründen zu betreiben, sondern auch aus ästhetischen Gründen.⁸

Erst im antiken Griechenland etablierte sich der Begriff "kosmetos", was "Schmuck" oder "Verzierung" bedeutet. Es entwickelten sich zahlreiche Praktiken, die nicht nur auf die Pflege der Haut abzielten, sondern auch darauf, die natürliche Schönheit zu bewahren und zu betonen.⁸

In der Neuzeit wurde der Begriff "Cosmeceuticals" durch den amerikanischen Dermatologen Albert Kligman popularisiert. Dieser Begriff kombiniert die beiden Wörter "Cosmetics" und "Pharmaceuticas". Mit "Cosmeceuticals" werden alle Hautpflegeprodukte bezeichnet, die zwar als kosmetische Produkte vermarktet werden, aber auch pharmazeutische Wirkungen aufweisen.⁸

⁵ Fayne, L. Frey (2022). The skincare hoax: How You're Being Tricked into Buying Lotions, Potions & Wrinkle Cream [E-book]. New York: Simon and Schuster, S. 50.

⁶ Marks, Ronald (1997). Emollients [E-book]. Florida: CRC Press, S. 1.

⁷ Cheong, W. Kwong (2009). Gentle cleansing and moisturizing for patients with atopic dermatitis and sensitive skin. <https://doi.org/10.2165/0128071-200910001-00003>, 23.07.23.

⁸ Mawazi, M. Saeid et al. (2022). A review of moisturizers; history, preparation, characterization and applications. <https://doi.org/10.3390/cosmetics9030061>, 23.07.23.

Heutzutage erlebt die Hautpflegeindustrie einen signifikanten Aufschwung. Laut Fortune Business Insights wird der globale Hautpflegemarkt im Jahr 2022 auf einen Wert von rund 104 Milliarden US-Dollar geschätzt, mit einem kontinuierlichen Wachstum bis 2030. Die Vorhersage lautet, dass der Betrag von 109.71 Milliarden US-Dollar im Jahr 2023 auf 167.22 Milliarden US-Dollar im Jahr 2030 ansteigen wird, was einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 6.21 % während des Prognosezeitraums entspricht.⁹

Grosskonzerne in der Hautpflegeindustrie wie Estée Lauder oder L'Oréal sehen daher in der Hautpflegeindustrie eine lukrative Geschäftsmöglichkeit und erzielen jährlich Millionen von Dollar Umsatz durch fragwürdige und irreführende Marketingversprechen, wobei Hautcremes zweifellos zu ihren Hauptverkaufsprodukten gehören.⁹

Parallel zu neuen Trends versuchen Grosskonzerne neue Produkte auf den Markt zu bringen, was einerseits die Innovativität stark fördert und somit stets neue Inhaltsstoffe in der Forschung entwickelt werden, wobei diese Trends meist anhand Marktstrategien potenzielle Käufer ausnutzen. Zurzeit spielt der Trend «Clean Beauty» eine grosse Rolle in der Hautpflegeindustrie. Grosskonzerne möchten den Anschein verbreiten, dass diese ausschliesslich «natürliche» und hautverträgliche Inhaltsstoffe aus Ressourcen verwendet werden, die frei von Tierversuchen sind. Obwohl das einerseits sehr positiv klingt, läuft es andererseits in der Praxis meist anders ab.

⁹ Fortune Business Insights (2023). Skincare Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, By Product. <https://www.fortunebusinessinsights.com/skin-care-market-102544>, 26.07.23.

2.3 Aufbau und Funktion der Epidermis

Unsere Haut ist bei weitem das grösste Organ unseres Körpers und erfüllt nicht nur eine Vielzahl lebenswichtiger Aufgaben zur Erhaltung unserer eigenen Gesundheit, sondern spiegelt diese auch unseren Mitmenschen wider und prägt somit unser persönliches Erscheinungsbild. Die Epidermis ist dabei als äusserste Schicht ein klassisches Proliferationsgewebe und erneuert sich in einem laufenden Zyklus etwa alle vier Wochen.¹⁰

Aufgeteilt ist die Epidermis in mehreren Schichten von Zellen, die von Innen nach Aussen in mehreren Gruppen gegliedert werden (siehe Abb. 2).¹⁰

Zutiefst ist das **Stratum Basale** (Basalschicht). Es beinhaltet Keratinozyten und Melanozyten. Basale Keratinozyten beinhalten Keratin in Form von Filamenten, das später durch biochemische Prozesse zur Hornhaut wird.¹¹ Einige dieser Keratinozyten sind verbunden mit Merkel-Zellen, die zuständig für den Tastsinn sind.¹² Melanozyten produzieren Melanin, dessen Menge unsere Hautfarbe bestimmt.¹³ Durch die Hautbräunung (Melanogenese) kann in der Basalschicht bei Bedarf anhand Melanozyten in der Basalschicht weiteres Melanin produziert werden, welches unsere Haut vor UV-Strahlung schützt, indem es diese absorbiert.¹⁴

Darüber befindet sich das **Stratum Spinosum** (Stachelzellschicht), in welchem sich die Keratinozyten zu verbreiten beginnen (Akanthose).¹⁰ Sogenannte Desmosome halten die Keratinozyten zusammen und geben ihnen ihre stachelige Form.¹¹ Darunter befinden sich ebenfalls Langerhans-Zellen, die essenziell für die Antigenpräsentation sind.¹³

Im **Stratum Granulosum** (Körnerschicht) sind zahlreiche Keratohyalinarnula enthalten, die Proteine beinhalten, die wichtig für die weitere Produktion und Organisation des Keratins sind.^{10, 15} Während der Hypergranulose werden die Zellen des Stratum Granulosum verbreitet.¹⁰

Das **Stratum Lucidum** (Glanzschicht) ist nur an Palmea und Plantae, wie zum Beispiel unseren Handflächen, vorhanden. Die Zellen des Stratum Lucidum stehen dichter aneinander und sorgen für einen ausgeprägteren Schutz.^{10, 16}

¹⁰ Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 3.

¹¹ Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 4.

¹² Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 7.

¹³ Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 6.

¹⁴ Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 75.

¹⁵ Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 5.

¹⁶ Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 13.

Die äusserste Schicht ist das **Stratum Corneum** (Hornschicht) und beinhaltet ebenfalls abgestorbene, kernlose Zellen, die hier aber in 15-20 Schichten aufgestapelt und besonders abgeflacht sind.¹⁰

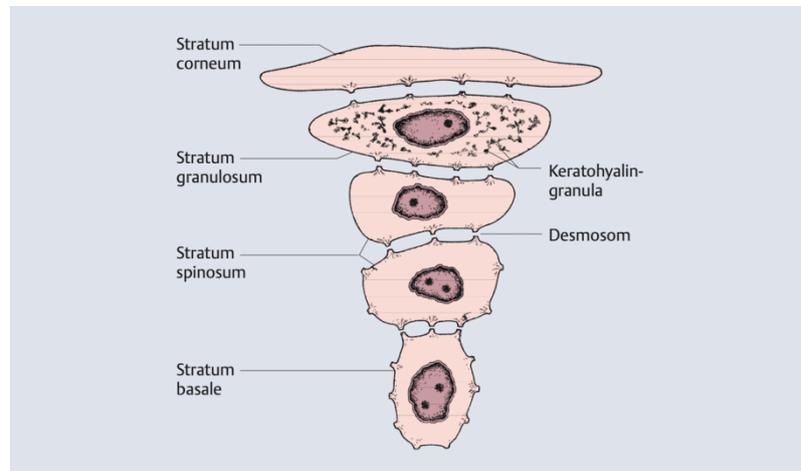


Abb. 2: Schematische Darstellung der Keratinozyten in den Hautschichten.¹¹

Talgdrüsen befinden sich in der tieferen Dermis und sind jeweils mit Haarfollikel verbunden. Diese Drüsen scheiden ein Gemisch aus Triglyzeriden, Wachsestern und Squalen aus, das die Haut durch Senkung des TEWL vor Trockenheit schützt.¹⁷ Gemischt mit Schweiß bildet die Haut dadurch einen Film auf der Haut, die sie vor externen Einflüssen schützt.¹⁸

Je nach Hautfeuchtigkeit enthält das Mikrobiom auf dem Stratum Corneum bis zu mehreren Hunderttausend Bakterien pro Quadratzentimeter. Diese Bakterien besiedeln die Schleimschicht unserer Haut und fungieren als Filter zwischen der Umwelt und unserer Haut, da sämtliche Einflüsse zunächst durch das Mikrobiom filtriert werden müssen, bevor sie überhaupt die äussere Membran unserer Zellen erreichen.¹⁹

Anhand dieses komplexen Aufbaus kann die Epidermis als natürliche Hautbarriere eine Vielzahl an Aufgaben bezüglich der Schutzfunktion, Wasserregulation, und Immunabwehr leisten.¹⁴

¹⁷ Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 10.

¹⁸ Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 138f.

¹⁹ Bosch, C. G. Thomas (2021). Mikrobiom als natürlicher Schutzfaktor. <https://doi.org/10.1007/s00105-021-04831-3>, 28.07.23.

2.4 Wirkung von Feuchtigkeitscremes auf der Epidermis

In der Hornschicht sind zahlreiche osmotisch aktive Moleküle vorhanden, darunter hydrophile Aminosäuren, Milchsäure und Harnstoff, die als Natural Moisturizing Factor (NMF) bezeichnet werden. Wenn der NMF abnimmt, verringert sich die Hautfeuchtigkeit, was zu einem trockeneren Hautbild führt.²⁰ Dieser Prozess ist einem unkontrollierten Vorgang der Desquamation zugrunde liegend, bei der sich oberflächliche Hautzellgruppen übermässig von ihrem epithelialen Verband lösen.²¹

Eine angemessene Hautfeuchtigkeit ist von grosser Bedeutung, um die Elastizität der Haut zu erhalten, den hydrolytischen Enzymen die Durchführung des Abschuppungsprozesses zu ermöglichen und die Integrität der Hautbarriere im Stratum Corneum zu optimieren.²⁰

Die NMF entstehen natürlicherweise durch den Abbau von Proteinen, insbesondere Filaggrinen.²² Dieser Prozess findet jedoch nur statt, wenn im Stratum Corneum ein spezifischer Wassergehalt vorliegt. Bei zu geringem Wassergehalt sind die für die Umwandlung der Filaggrine in NMF notwendigen Enzyme nicht funktionsfähig. Bei zu hohem Wassergehalt hingegen bleiben die Filaggrine stabil und können nicht effektiv in NMF umgewandelt werden.²⁰ Ein optimaler Wassergehalt im Stratum Corneum liegt im Bereich von 10 % bis 20 %.²³

Ein niedriger Wassergehalt im Stratum Corneum kann viele Gründe haben, darunter häufiges Händewaschen, trockenes Klima, Reaktion auf Chemikalien oder Hauterkrankungen.¹ Feuchtigkeitscremes gelten dabei als effektive Mittel zur Regulierung des Wassergehaltes.¹ Mittels den in Feuchtigkeitscremes vorhandenen hygroskopischen bzw. wasserbindenden Feuchthaltemittel kann Wasser, das tiefer im Dermis gespeichert wird oder in der Luft vorhanden ist, anhand Hydroxy-Funktionalitäten zur Epidermis befördert und gespeichert werden.^{24, 25}

Feuchthaltemittel allein können dieses Wasser nicht vor transepidermalem Wasserverlust schützen. Dafür werden okklusive Stoffe verwendet, die exzessiven Wasserverlust der Epidermis verhindern. Die nicht zu 100 % undurchlässige okklusive Schicht ermöglicht nach wie vor den natürlichen Transfer von Wasser, der für normale Hautfunktionen benötigt wird, beschleunigt jedoch die Erholung der Hautbarriere durch eine langanhaltende Erhöhung des Wassergehalts.²⁴

²⁰ Fowler, Joseph (2012, Juli). PRACTICAL DERMATOLOGY, Juli 2012, S. 36ff.

²¹ DocCheck (2010). Desquamation. <https://flexikon.doccheck.com/de/Desquamation>, 28.07.23.

²² DocCheck (2022). Filaggrin. <https://flexikon.doccheck.com/de/Filaggrin>, 28.07.23.

²³ Van Rensburg, J. Sané et al. (2019). Measurement of transepidermal water loss, stratum corneum hydration and skin surface pH in occupational settings: a review. <https://doi.org/10.1111/srt.12711>, 28.07.23.

²⁴ Lee, Christine et al. (2019). Principles of Moisturizer product design. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30681817>, 28.07.23.

²⁵ Ellsäcker, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 78f.

2.5 Basisformulierung einer Feuchtigkeitscreme

Nahezu jede Feuchtigkeitscreme folgt einer fundamentalen Basisrezeptur, welche alle erforderlichen Aspekte hinsichtlich Wirkung, Haltbarkeit und Erscheinungsbild erfüllt. Selbstverständlich variieren die Inhaltsstoffe von Creme zu Creme, um auf unterschiedliche Hautprobleme auf dem Markt einzugehen. Diese Inhaltsstoffe können dennoch nach ihrem jeweiligen Zweck gruppiert werden.

Lösungsmittel:

Nahezu alle Feuchtigkeitscremes bestehen aus 60 % - 80 % destilliertem Wasser, welches als Lösungsmittel verwendet wird. Wasser dient als Basis, um darin weitere Inhaltsstoffe der Wasserphase zu dispergieren.²⁶

Okklusive:

Bei okklusiven Inhaltsstoffen handelt es sich meist um Wachse, Lipide oder synthetische Silikone in Feuchtigkeitscremes, die dazu verwendet werden, um den TEWL zu reduzieren. Wachse und Fette werden meist bei Feuchtigkeitscremes spezifisch für trockene und barrieregeschwächte Haut verwendet, da diese den TEWL besonders effektiv reduzieren, aber dementsprechend ein etwas fettiges Gefühl auf der Haut hinterlassen. Bei Personen mit fettiger Haut erweisen sich synthetische Silikone als passender, da diese den TEWL nicht allzu fest senken und dabei ein matteres Gefühl auf der Haut hinterlassen.²⁴

Feuchthaltemittel:

Durch ihren hohen hygroskopischen Wert sind Feuchthaltemittel in der Lage, Wasser aus den tieferen Schichten der Dermis an die Hautoberfläche zu ziehen und auch Feuchtigkeit aus feuchter Luft zur Haut zu transportieren. Dabei ist es wichtig zu beachten, dass in Formulierungen mit Feuchthaltemitteln ausreichend okklusive Inhaltsstoffe vorhanden sein sollten, da das Wasser andernfalls schnell verdunsten kann. Ist dies nicht der Fall, kann das insbesondere bei barrieregeschwächter Haut den Wasserverlust erhöhen und trockene Haut verursachen.^{24,}

²⁷

²⁶ Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 168.

²⁷ Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 78.

Emollienzien:

Ähnlich wie okklusive Inhaltsstoffe können Emollienzien den TEWL reduzieren, werden aber spezifisch für ihre hautweichmachenden und hautentspannenden Eigenschaften verwendet. Man unterscheidet Emollienzien von Okklusiven aufgrund ihres tieferen molekularen Gewichts. Sie machen die Haut geschmeidiger und helfen, Lücken zwischen trockener Haut und Schuppen zu füllen.^{24, 28}

Emulgatoren:

Da Feuchtigkeitscremes Emulsionen sind, die aus einer nicht mischbaren Wasserphase und einer Ölphase bestehen, sind Emulgatoren essenziell, um die Separation der Phasen zu vermeiden. Emulgatoren reichen von einfachen monomeren Tensiden bis hin zu komplexen polymeren Tensiden.²⁴

Die Wahl des idealen Emulgators hängt dabei vom Verhältnis der Wasserphase zur Ölphase ab. Die Bancroft-Regel besagt, dass, wenn die Formulierung hauptsächlich aus lipophilen Inhaltsstoffen besteht, sich der Emulgator in der Ölphase löst. Wenn sie hauptsächlich aus hydrophilen Inhaltsstoffen besteht, löst sich der Emulgator in der Wasserphase.²⁹

Das Verhältnis der Öl- und Wasserphase kann mittels der Formel des HLB-Werts (hydrophilic-lipophilic-balance) ermittelt werden:

$$HLB = 20 * \left(1 - \frac{M_{lipophil}}{M_{gesamt}}\right)$$

Dabei bezeichnet $M_{lipophil}$ die Gesamtmasse aller lipophilen Inhaltsstoffe und M_{gesamt} die Masse aller Inhaltsstoffe. Das Ergebnis beträgt einen Wert zwischen 1 und 20. Je grösser der Wert, desto grösser ist der Anteil der hydrophilen Inhaltsstoffe, wobei idealerweise ein hydrophiler Emulgator verwendet wird.^{29, 30}

²⁸ Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 87.

²⁹ Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 140f.

³⁰ Philus (2023). HLB-Wert eines nichtionogenen Tensids – Funktionsgleichung. https://www.philus.de/funktionsgleichung/164384634/hlb-wert_nichtionogener_tenside.html, 02.08.23.

Verdickungsmittel:

Verdickungsmittel sorgen in Feuchtigkeitscremes für eine optimale Konsistenz, indem die Viskosität mittels ausgebauten, netzartigen Gelgerüsten erhöht wird. Eine dickflüssige Konsistenz ist in Feuchtigkeitscremes für die benötigte Streichfähigkeit von grosser Bedeutung.³¹

Es sollte stets ein natürliches Verdickungsmittel gegenüber einem synthetischen gewählt werden, da natürliche Verdickungsmittel frei von Mikroplastik sind. Das in synthetischen Verdickungsmitteln enthaltene Mikroplastik gelangt über das Abwasser in unseren Umweltkreislauf, wo es schwer abbaubar ist und grosse Schäden im Ökosystem anrichten kann.³²

Konservierungsmittel:

Durch ständiges Öffnen der Feuchtigkeitscreme und Berührung mit dem Finger gelangen fortlaufend Mikroorganismen in die Creme, die sie kontaminieren. Diese Mikroorganismen produzieren mit der Zeit Toxine, die die Creme zersetzen können oder beim Kontakt mit der Haut reizende, toxische oder allergische Reaktionen hervorrufen. Aus diesem Grund werden in Kosmetika Konservierungsmittel mit mikrobizider Wirkung verwendet. Im Gegensatz zu Arzneimitteln müssen Kosmetika nämlich bei der Produktion nicht steril verpackt werden.³³

Der Zweck von Konservierungsmitteln besteht demnach darin, die Rekontamination mit weiteren Mikroben zu vermeiden.³³

Duftstoffe:

Die meisten Duftstoffe werden in der Kosmetik ausschliesslich für das olfaktorische, aromatherapeutische Erlebnis beim Auftragen der Creme verwendet. Häufig sind Duftstoffe in Kosmetika für Unverträglichkeitsreaktionen verantwortlich, was zur Vermarktung vieler Cremes unter dem Label "fragrance-free" Feuchtigkeitscremes auf dem Markt führte. Obwohl viele Personen beim Auftragen von Feuchtigkeitscremes mit Duftstoffen keine Irritation verspüren, besteht die Gefahr, eine Kontaktallergie gegen diese Stoffe zu entwickeln.³⁴

³¹ Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 323.

³² Cosmacon (2018). Verdickungsmittel. <https://www.cosmacon.de/verdickungsmittel/>, 02.08.23.

³³ Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 50.

³⁴ Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 64.

2.6 Formulierung eigener Feuchtigkeitscreme

Das Ziel der Formulierung besteht darin, eine geschlechtsneutrale Feuchtigkeitscreme zu entwickeln, die für ein breites Spektrum an Hauttypen geeignet ist. Dabei werden besonders hautfreundliche Inhaltsstoffe verwendet, einschliesslich Wirkstoffe, die die Integrität der Hautbarriere stärken und gleichzeitig ein angenehmes, geschmeidiges Hautgefühl verleihen, ohne dabei ein fettiges Gefühl zu hinterlassen. Es wurde bewusst auf potenziell reizende sensorische Inhaltsstoffe wie Duftstoffe, Farbstoffe oder synthetische Verdickungsmittel verzichtet, da bei der Formulierung die therapeutische Wirkung im Vordergrund steht.

Manche der folgenden Stoffe bestehen aus einer Kombination mehrerer Moleküle oder sind zu gross bzw. zu komplex in ihrem Aufbau. Da ein grafisches Abbilden aller Stoffe den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, werden nur Strukturformeln ausgewählter Stoffe abgebildet.

Wasserphase:

Destilliertes Wasser (H₂O)

Zweck: Lösungsmittel

Konzentration in Charge: 72.75 %

Wirkung in der Creme: Destilliertes Wasser ist frei von Ionen und Keimen und dient als Grundlage der Wasserphase, um weitere Inhaltsstoffe darin zu lösen.

Bei O/W Emulsionen ist der Einsatz von genügend Feuchthaltemittel essenziell, da sonst durch das fehlende Binden von Wasser an der Haut das Risiko einer Austrocknung der Haut besteht.³⁵

Glycerol (C₃H₈O₃)³⁶

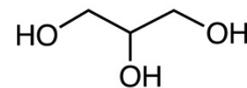


Abb. 3: Glycerol.³⁶

Zweck: Feuchthaltemittel

Konzentration in Charge: 2 %

Wirkung in der Creme: Glycerol (siehe Abb. 3), in der Kosmetik auch bekannt als Glycerin, ist ein farb- und geruchloses kurzkettiges Alkohol, das sich leicht in Wasser auflöst.³⁷ Es wird als Feuchthaltemittel verwendet, hat hautbarrierestärkende Eigenschaften und wirkt zudem leicht antibakteriell und rückfettend.³⁸

Hyaluronsäure (C₁₄H₂₁O₁₁N)³⁹

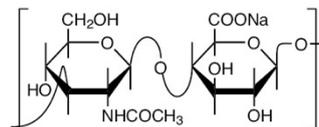


Abb. 4: Natriumhyaluronat.³⁹

Zweck: Feuchthaltemittel

Konzentration in Charge: 0.1 % (in Ethanol)

Wirkung in der Creme: Hyaluronsäure (siehe Abb. 4) ist ein körpereigenes Biopolymer und wird in der Kosmetik ausschliesslich in Form von Natriumsalz verwendet.

³⁵ Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 167f.

³⁶ TCI (2023). Glycerol. <https://www.tcichemicals.com/AT/de/p/S0373>, 05.08.23.

³⁷ PubChem (2023). Glycerin. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Glycerin#section=Experimental-Properties>, 05.08.23.

³⁸ Eberlein, Thomas & Kammerlander Gerhard (2002). Übersicht über relevante („wirksame“) Inhaltsstoffe Wirknachweis und Literaturhinweise. https://www.akademie-zwm.ch/uploads/tx_scpublications/Inhaltsstoffe_Ingrédients_Hautpflege_Recherche_02.pdf, 05.08.23.

³⁹ TCI (2023). Hyaluronic Acid Sodium Salt from Bacteria. <https://www.tcichemicals.com/AT/de/p/H1791>, 05.08.23.

In Feuchtigkeitscremes wirkt es stark wasserbindend und kann somit mittels Wasserstoffbrücken Keratin binden, was zur Minimierung von Falten führt.⁴⁰ Differenziert wird zwischen hoch- und niedermolekularer Hyaluronsäure, wobei Niedermolekulare Hyaluronsäure die Haut besser penetrieren kann und zu länger anhaltender Wirkung führt.⁴¹

Xanthan (C₃₅H₄₉O₂₉)_n

Zweck: Verdickungsmittel

Konzentration in Charge: 0.5 %

Wirkung in der Creme: Xanthan ist ein Polysaccharid und wird durch die Fermentation von Kohlenhydraten gewonnen.⁴² Es wird in Kosmetika und Lebensmitteln aufgrund seiner verdickenden und stabilisierenden Eigenschaften verwendet.⁴³ In Formulierungen mit Hyaluronsäure ergänzen sie sich wegen der ähnlichen Wirkung bezüglich Viskosität sehr gut.⁴⁰

Allantoin (C₄H₆N₄O₃)⁴⁴

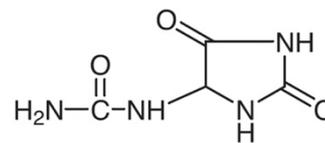


Abb. 5: Allantoin.⁴⁴

Zweck: Feuchthaltemittel, Hautpflegemittel

Konzentration in Charge: 0.2 %

Wirkung in der Creme: Allantoin (siehe Abb. 5), meist aus Beinwell gewonnen, ist ein heilender und reizlindernder Wirkstoff. Auf der Haut wirkt Allantoin erweichend, glättend und leicht hydratisierend. Es ähnelt in seiner Wirkung dem Harnstoff (Urea), wirkt aber in tieferen Konzentrationen viel stärker.^{45, 46}

⁴⁰ Lautenschläger, Hans (2021). Hyaluronsäure - ein legendärer Wirkstoff. <https://dermaviduals.de/deutsch/publikationen/spezielle-wirkstoffe/hyaluronsaeure-ein-legendaerer-wirkstoff.html>, 05.08.23.

⁴¹ Beyer, Robby (2023). Hyaluronsäure – wie sie wirklich wirkt. <https://www.beyer-soehne.de/hyaluronsaeure-in-kosmetik-wirkung/#:~:text=W%C3%A4hrend%20hochmolekulare%20Hyalurons%C3%A4ure%20auf%20der,ein%20Grund%20f%C3%BCr%20die%20Hautalterung>, 05.08.23.

⁴² Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 177.

⁴³ Vögtli, Alexander (2023). Xanthan. <https://www.pharmawiki.ch/wiki/index.php?wiki=Xanthan>, 05.08.23.

⁴⁴ TCI (2023). Allantoin. <https://www.tcichemicals.com/AT/de/p/A0211>, 05.08.23.

⁴⁵ GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER (2023). Allantoin. https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Lebensmittelchemiker/Arbeitsgruppen/kosmetik/db_allantoin.pdf, 05.08.2023.

⁴⁶ Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 98.

Lipodermin

Zweck: Feuchthaltemittel, Trägersubstanz

Konzentration in Charge: 3 %

Wirkung in der Creme: Lipodermin besteht hauptsächlich aus Lecithin, Ethanol und Wasser. Das im Lecithin vorhandene Phosphatidylcholin bildet in Feuchtigkeitscremes Liposome. Liposome sind zellähnliche Doppelmembrankörper, die Wirkstoffe einschließen und aufgrund ihres Fettcharakters tiefer in die Haut penetrieren können. Dies ermöglicht eine intensivere Wirkung weiterer Inhaltsstoffe.^{47, 48}

Ölphase:

Bienenwachs

Zweck: Okklusiv, Hautpflegemittel, Verdickungsmittel

Konzentration in Charge: 6 %

Wirkung in der Creme: Bienenwachs, das aus Bienenwaben gewonnen wird, besteht aus Kohlenwasserstoffen und freien Fettalkoholen. Einige dieser Fettalkohole sowie das im Bienenwachs enthaltene Propolis wirken antioxidativ, entzündungshemmend und antibakteriell. Zudem besitzt Bienenwachs Eigenschaften, die den TEWL senken, wodurch es regenerierend wirkt.⁴⁹

Lamecreme

Zweck: Emulgator

Konzentration in Charge: 5 %

Wirkung in der Creme: Lamecreme, bestehend aus Glyceryl Stearate und Glyceryl Stearate Citrate, fungiert als O/W-Emulgator. Dabei ist Glyceryl Stearate Citrate ein hydrophiler Emulgator und Glyceryl Stearate ein lipophiler Konsistenzgeber. Die optimale Wirksamkeit von Lamecreme zeigt sich bei einem HLB-Wert von 7 bis 8.⁵⁰

⁴⁷ Lautenschläger, Hans (2021). Starke Wirkung - Phospholipide in Kosmetika. <https://dermaviduals.de/deutsch/publikationen/spezielle-wirkstoffe/starke-wirkung-phospholipide-in-kosmetika.html>, 05.08.23.

⁴⁸ Blume, Gabriele (2004). Liposomes as a Carrier System for Topical Applications. <https://www.sopharcos.com/wp-content/uploads/2018/09/liposomes-as-a-carrier-system-for-topical.pdf>, 05.08.23.

⁴⁹ Kurek-Górecka, Anna et al. (2020). Bee Products in Dermatology and Skin Care. <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/3/556>, 05.08.23.

⁵⁰ Käser, Heiker (2023). Lamecreme (Glyceryl stearate, glyceryl stearate citrate). <https://olionatura.de/kosmetikrohstoffe/emulgatoren/lamecreme/>, 05.08.23.

Jojobaöl

Zweck: Emollients, Hautpflegemittel

Konzentration in Charge: 3 %

Wirkung in der Creme: Jojobaöl, gewonnen aus den Samen der Jojoba-Pflanze, setzt sich hauptsächlich aus Wachsen, Sterolen, Vitaminen und einigen Triglyceridestern zusammen. Die Zusammensetzung des Jojobaöls ähnelt dem körpereigenen Talg, wodurch es besonders effektiv den TEWL der Haut regulieren kann. Es wirkt entzündungshemmend, antimikrobiell und kann zudem Talgablagerungen in Haarfollikeln auflösen und somit Akne vorbeugen.⁵¹

Squalan (C₃₀H₆₂)⁵²

Zweck: Emollients, Hautpflegemittel

Konzentration in Charge: 2 %

Wirkung in der Creme: Squalan (siehe Abb.6), die gesättigte Form von Squalen, ist ein körpereigenes Lipid, das die Haut vor Oxidation schützt. Obwohl es ein Öl ist, hinterlässt es kein fettiges Gefühl auf der Haut und wird deshalb aufgrund seiner Spreitfähigkeit in der Ölphase verwendet.⁵³

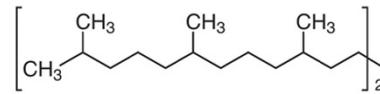


Abb. 6: Squalan.⁵²

Cetylalkohol (C₁₆H₃₄O)

Zweck: Emulgator, Stabilisator

Konzentration in Charge: 1.5 %

Wirkung in der Creme: Cetylalkohol ist ein langkettiger Alkohol, das aus pflanzlichen Ölen gewonnen wird. Es wird hauptsächlich in O/W-Emulsionen als Emulgator mit einem HLB-Wert von 15.5 verwendet. Zudem hat es konsistenzgebende, mattierende und leicht hautpflegende Eigenschaften.^{54, 55}

⁵¹ Gad, A. Heba (2021). Jojoba Oil: An Updated Comprehensive Review on Chemistry, Pharmaceutical Uses, and Toxicity. <https://www.mdpi.com/2073-4360/13/11/1711>, 05.08.23.

⁵² TCI (2023). Squalane. <https://www.tcichemicals.com/AT/de/p/H0096>, 05.08.23.

⁵³ Sethi, Anisha (2016). Moisturizers: The Slippery Road. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4885180/#ref10>, 05.08.23.

⁵⁴ Käser, Heike (2023). Cetylalkohol. <https://olionatura.de/kosmetikrohstoffe/wachse-und-konsistenzgeber/cetylalkohol/>, 05.08.23.

⁵⁵ Vögtli, Alexander (2023). Cetylalkohol. <https://www.pharmawiki.ch/wiki/index.php?wiki=Cetylalkohol>, 05.08.23.

Antiranz

Zweck: Konservierungsmittel

Konzentration in Charge: 0.05 %

Wirkung in der Creme: Antiranz besteht aus Vitamin E, C und Lecithin und wirkt gegen das Ranzigwerden von Fetten und Ölen. Fette und Öle oxidieren mit der Zeit, wodurch sie ranzig werden und schädliche Stoffe entstehen.⁵⁶

Rest/Abkühlphase:

Panthenol (C₉H₁₉NO₄)⁵⁷

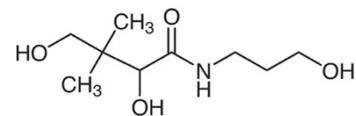


Abb. 7: DL-Panthenol.⁵⁷

Zweck: Feuchthaltemittel, Hautpflegemittel

Konzentration in Charge: 1 %

Wirkung in der Creme: Panthenol (siehe Abb. 7) besteht meistens aus 50 % D-Panthenol, bzw. Dexpanthenol und 50 % L-Panthenol. Nur D-Panthenol kann aber in D-Pantothensäure, also Vitamin B₅ umgewandelt werden und für die physiologische Wirkung sorgen. Vitamin B₅ wirkt wundheilend, entzündungshemmend und juckreizlindernd. D- als auch L-Panthenol wirken als Feuchthaltemittel.⁵⁸

Kaliumsorbat (C₆H₇KO₂)

Zweck: Konservierungsmittel

Konzentration in Charge: 1 %

Wirkung in der Creme: Kaliumsorbat wird in Kosmetika und Lebensmittel als Konservierungsmittel verwendet, da es antimikrobielle Eigenschaften hat.⁵⁹

Euxyl™ PE 9010

⁵⁶ Med.de (2014). Antiranz. <https://www.med.de/ratgeber/antiranz/>, 05.08.23.

⁵⁷ TCI (2023). DL-Panthenol. <https://www.tcichemicals.com/AT/de/p/P1318>, 05.08.23.

⁵⁸ GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER (2023). Panthenol. https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Lebensmittelchemiker/Arbeitsgruppen/kosmetik/panthenol.pdf, 05.08.23.

⁵⁹ Stanojevic, D. (2009). ANTIMICROBIAL EFFECTS OF SODIUM BENZOATE, SODIUM NITRITE AND POTASSIUM SORBATE AND THEIR SYNERGISTIC ACTION IN VITRO. <http://www.agrojournal.org/15/04-05-09.pdf>, 05.08.23.

Zweck: Konservierungsmittel

Konzentration in Charge: 1 %

Wirkung in der Creme: Euxyl™ PE 9010 besteht aus 90 % Phenoxyethanol und 10 % Ethylhexylglycerin. Euxyl™ PE 9010 wirkt effektiv gegen Bakterien, Hefe, Schimmel und Pilze.⁶⁰

Milchsäure (C₃H₆O₃)

Zweck: pH-Wert Stabilisator

Konzentration in Charge: q.s

Wirkung in der Creme: Milchsäure wird in Kosmetika verwendet, um den pH-Wert zu senken.⁶¹

⁶⁰ SpecialChem (2023). Euxyl™ PE 9010 Preservative. <https://cosmetics.specialchem.com/product/i-ashland-euxyl-pe-9010-preservative>, 05.08.23.

⁶¹ Krishna, S. Battula et al. (2019). Industrial production of lactic acid and its applications. https://www.researchgate.net/publication/330292057_Industrial_production_of_lactic_acid_and_its_applications, 05.08.23.

2.7 Theorie Hauttests anhand von Messgeräten

TEWAmeter® TM 300

Das TEWAmeter® (siehe Abb.8) kann den Transepidermalen Wasserverlust (TEWL) der Haut ermitteln und somit Informationen zur Stärke der Hautbarriere liefern. Im Hohlzylinder der Sonde befinden sich mehrere Sensoren (siehe Abb.9), die die Temperatur und Feuchtigkeit messen, die von der Haut abgegeben werden. Die Messwerte des TEWAmeter® werden in g/h/m^2 angegeben. Präzise Messwerte können jedoch erst angegeben werden, sobald die Standardabweichung der Messwerte unter 0.2 g/h/m^2 liegt. Dies liegt daran, dass die Messwerte stark von den Raumbedingungen beeinflusst werden können. Daher sollte man während der Messung besonders ruhig sein und eine starke Luftzirkulation vermeiden.⁶²



Abb. 8: TEWAmeter®.



Abb. 9: Sensoren TEWAmeter®.

Corneometer® CM 825

Mithilfe des Corneometers® (siehe Abb. 10) kann die Feuchtigkeit des Stratum Corneum durch die kapazitive Messmethode eines dielektrischen Mediums gemessen werden. Das Corneometer® verfügt über einen Präzisionskondensator (siehe Abb. 11), der es ermöglicht, Veränderungen der Dielektrizitätskonstante durch die Schwankungen im Wassergehalt der Haut zu erkennen. Das Corneometer® gibt bei normalen Raumbedingungen (20°C und 40-60 % Luftfeuchtigkeit) relative Werte zwischen 0 und 120 an. Als Beispiel gilt trockene Haut an der Innenseite des Unterarms ab einem Wert unter 40. Beträgt der Wert über 40, gilt die Haut als ausreichend feucht.⁶²

⁶² Courage & Khazaka electronic GmbH (2023). Wissenschaftliche Geräte. <https://www.courage-khazaka.de/de/downloads/category/wissenschaftliche-geraete-2>, 10.08.23.



Abb. 10: Corneometer®.



Abb. 11: Präzisionskondensator Corneometer®.

Skin-pH-Meter® PH 905

Mit dem Skin-pH-Meter® (siehe Abb. 12) kann der pH-Wert auf der Haut gemessen werden. Die Messung erfolgt mithilfe einer Kombi-Elektrode, die empfindlich auf H⁺-Ionen reagiert und die Referenzelektrode in einem Stab (siehe Abb.13) integriert. Der Stab des Gerätes ist mit einem Sondengriff verbunden, der die Messelektronik beinhaltet. Für die Kalibrierung der Skin-pH-Meter® Sonde sind das Displaygerät MDD 4 und eine KOH-Pufferlösung erforderlich.⁶²

Die Auswertung der gemessenen Werte erfordert die Konsultation von Normalwerttabellen, da die Normalwerte je nach der gemessenen Hautstelle und dem Geschlecht der Person variieren können.⁶³



Abb. 12: Skin-pH-Meter®.



Abb. 13: Stabsensor Skin-pH-Meter®.

⁶³ Bedienungsanleitung der C.H Erbslöh Schweiz AG, siehe Anhang.

3. Material und Methode

3.1 Herstellung Feuchtigkeitscreme

Zur Herstellung der Feuchtigkeitscreme im Labor der Kantonsschule Zürich Nord wurden die folgenden Materialien, Chemikalien und Methoden verwendet.

3.1.1 Material und Chemikalien zur Herstellung

Material:

- Mehrere Bechergläser (500mL, 50mL)
- Glasstäbchen
- Heizplatte
- Thermometer
- Löffel
- Wärmeschutzhandschuhe
- Waage
- Schutzbrille
- Putztücher
- Stabmixer

Chemikalien:

| Phase | Inhaltsstoff | Zweck | Anteil in Creme in % |
|---------------------|---|-------------------------------------|----------------------|
| Wasserphase | dest. Wasser | Lösungsmittel | 72.750 |
| | Lipodermin | Feuchthaltemittel | 3.000 |
| | Glycerin | Feuchthaltemittel | 2.000 |
| | Hyaluronsäure (0.1% in Ethanol aufgelöst) | Feuchthaltemittel | 1.000 |
| | Xanthan | Verdickungsmittel | 0.500 |
| | Allantoin | Feuchthaltemittel, Hautpflegemittel | 0.200 |
| Anteil Wasserphase: | | | 79.450 |

Tab. 1: Inhaltsstoffe der Wasserphase.

| | | | |
|-----------------|------------------|---|--------|
| Ölphase | Bienenwachs | Okklusiv, Hautpflegemittel, Verdickungsmittel | 6.000 |
| | Glycerylstearate | Emulgator | 5.000 |
| | Jojobaöl | Emolliens, Hautpflegemittel | 3.000 |
| | Squalane | Emolliens, Hautpflegemittel | 2.000 |
| | Cetylalkohol | Emulgator, Stabilisator | 1.500 |
| | Antiranz | Konsevierungsmittel | 0.050 |
| Anteil Ölphase: | | | 17.550 |

Tab. 2: Inhaltsstoffe der Ölphase.

| | | | |
|-------------------|---------------|-------------------------------------|-------|
| Restphase | Panthenol | Feuchthaltemittel, Hautpflegemittel | 1.000 |
| | Kaliumsorbat | Konservierungsmittel | 1.000 |
| | Euxyl PE 9010 | Konservierungsmittel | 1.000 |
| | Milchsäure | pH-Wert Stabilisator | q.s |
| Anteil Restphase: | | | 3.000 |

Tab. 3: Inhaltsstoffe der Restphase.

| | | | |
|------------------|--|--|---------|
| Anteil Ingesamt: | | | 100.000 |
| HLB-Wert: | | | 16.49 |

Tab. 4: Gesamtmenge und HLB-Wert.

3.1.2 Methode Herstellung Feuchtigkeitscreme

Um 100g Feuchtigkeitscreme herzustellen, wird wie folgt vorgegangen:

Vor Beginn der eigentlichen Herstellung der Feuchtigkeitscreme ist es wichtig, alle Materialien, die direkten Kontakt mit den Inhaltsstoffen haben werden, zu desinfizieren. Dazu wird sämtliches Material mit 70%igem Ethanol besprüht und danach luftgetrocknet.

Für die Wasserphase werden 72.75g destilliertes Wasser in einem 500mL Becherglas gewogen. Anschliessend werden 3g Lipodermin, 0.2g Allantoin und 2g Glycerol hinzugegeben und gründlich vermischt. 0.1g Hyaluronsäure wird in einem 10mL Becherglas in 0.9g 96%igem Ethanol dispergiert und langsam, ohne Rühren, zur Wasserphase gegeben. Die Mischung wird zugedeckt. Nach einer Wartezeit von einer Stunde bindet sich die Hyaluronsäure vollständig mit dem Wasser und bildet eine gelartige Struktur, die auf der Oberfläche schwimmt. Diese kann nun vorsichtig verrührt werden. Die gesamte Wasserphase wird gewogen und das Gewicht wird notiert.

In die Ölphase werden 6g Bienenwachs, 5g Lamecreme, 3g Jojobaöl, 2g Squalan, 1.5g Cetylalkohol und 0.05g Antiranz in einem 500mL Becherglas gewogen.

Die Wasserphase und die Ölphase werden beide zugedeckt auf 65°C auf einer Heizplatte erhitzt und gerührt (siehe Abb. 14). Sobald die Wasserphase 65°C erreicht, wird 0.5g Xanthan unter ständigem Rühren langsam hinzugefügt, um Klümpchen zu vermeiden. Sobald beide Phasen 65°C erreicht haben, wird zuerst das Gewicht der Wasserphase nach dem Erhitzen notiert. Dann subtrahiert man dieses Gewicht vom Gewicht vor dem Erhitzen, addiert 0.5g Xanthan und erhält die Menge an destilliertem Wasser, das während des Erhitzens verdampft ist. Diese Menge wird nun zur Wasserphase hinzugefügt.

Die Wasserphase wird langsam unter ständigem Mixen mittels eines Stabmixers in die Ölphase gegeben. Nachdem die gesamte Wasserphase hinzugefügt wurde, wird noch eine Minute mit dem Stabmixer gemixt und anschliessend eine Minute per Hand gerührt, um eine homogene Emulsion mit möglichst kleinen Öltröpfchen als dispergierte Phase der Emulsion zu erzeugen.

Wenn die Temperatur der Emulsion nach einigen Minuten 30°C beträgt, werden die restlichen hitzeempfindlichen Inhaltsstoffe der Restphase hinzugefügt. Dazu wird 1g destilliertes Wasser mit 1g Panthenol gemischt und unter kurzem Mixen zur Emulsion gegeben. Dann werden 1g Kaliumsorbat und 1g Euxyl PE 9010 hinzugefügt und in die Emulsion gemixt. Zuletzt wird der pH-Wert mit einem pH-Indikatorstäbchen gemessen.

Falls der pH-Wert zu niedrig ist, wird ein Tropfen Milchsäure zur Emulsion gegeben und kurz gemixt. Der pH-Wert wird erneut gemessen und gegebenenfalls angepasst, bis er zwischen 5 und 5,5 liegt.

Die Feuchtigkeitscreme wird in kleine Kosmetikcontainer abgefüllt und auf einem Tisch abgeklopft, um Luftblasen zu vermeiden. Idealerweise wird sie bei einer Temperatur zwischen 9°C und 14°C gelagert, um das Mikrobewachstum zu verlangsamen.

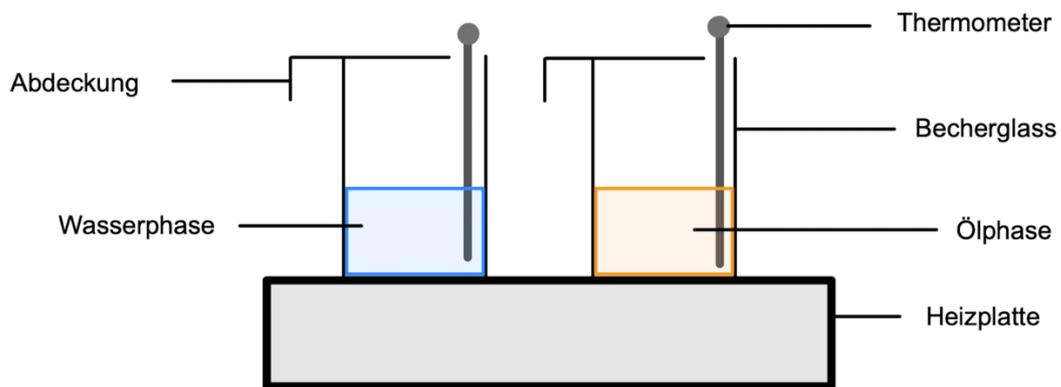


Abb. 14: Herstellung Feuchtigkeitscreme (Erwärmen der Phasen).

3.2 Durchführung Hauttests

Zur Durchführung der Hauttests werden gemeinsam mit den jeweiligen Testpersonen die folgenden Materialien bzw. Geräte, Chemikalien und Methoden verwendet.

3.2.1 Material und Chemikalien zur Durchführung der Hauttests

Material:

- TEWAmeter[®] TM 300:
- Corneometer[®] CM 825:
- Skin-pH-Meter[®] PH 905:
- MDD-4 (Multi-Display-Gerät)

Chemikalien:

- 70%iges Ethanol
- Handseife
- Hergestellte Feuchtigkeitscreme
- KOH-Lösung

3.2.2 Methode Durchführung Hauttests mittels Messgeräten

Da die Hautmessungen mit den Messgeräten von Courage+Khazaka Electronic GmbH nicht an der Kantonsschule Zürich Nord durchgeführt werden konnten, ermöglichte es mir freundlicherweise die C.H. Erbslöh Schweiz AG, diese in ihrem Bürobetrieb durchzuführen.

Die Messungen wurden mithilfe des MDD-4 (Multi-Display-Geräts) durchgeführt (siehe Abb. 15), das mit dem TEWAmeter[®], Corneometer[®], Skin-pH-Meter[®] und dem Ambient Condition Sensor[®] verbunden war. Die Ergebnisse wurden auf einem Display visualisiert.

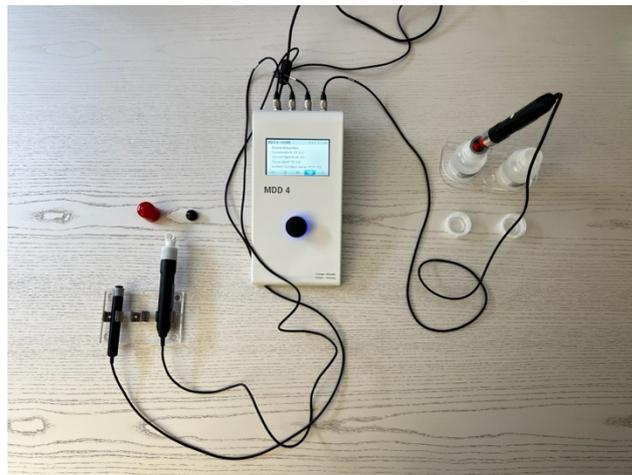


Abb. 15: Messgeräte verbunden mit MDD-4.

Die Hautmessungen wurden jeweils an den Unterarmen meiner Testperson durchgeführt, da die Haut an den Unterarmen im Vergleich zu anderen Hautflächen, wie zum Beispiel dem Gesicht, eine geringere Schweißdrüsendichte aufweist. Dies ist von Bedeutung, da auf diese Weise bei den Tests die alleinige Wirkung der Feuchtigkeitscreme getestet wird, ganz ohne Datenverlust durch Schweiß.⁶⁴ Zuvor wurde die Haut mit natriumlaurylsulfathaltiger Seife gewaschen und mit 70%igem Ethanol desinfiziert, um die ausschliessliche Wirkung der Feuchtigkeitscreme sicherzustellen. Anschliessend wurden zwei 4 cm² grosse Flächen mit einem Stift am Unterarm markiert, die mit 1-2 mg Feuchtigkeitscreme pro cm² eingeschmiert wurden. Messungen mit dem TEWAmeter[®], Corneometer[®] und Skin-pH-Meter[®] wurden in Zeitabständen von 15 Minuten auf eine der zwei eingecremten Flächen durchgeführt, die gesamte Prozedur dauerte eine Stunde.

Auf einer der eingecremten Flächen wurde erst nach 60 Minuten eine Messung durchgeführt, um zu überprüfen, ob das wiederholte Messen möglicherweise die Feuchtigkeitscreme von der Haut abgetragen hat und somit zu ungenauen Ergebnissen geführt hätte.

⁶⁴ Taylor, A.S. Nigel (2019). Thermal Stress and Its Physiological Implications. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/trans-epidermal-water-loss>, 25.08.23.

Beim TEWAmeter[®], Corneometer[®] und Skin-pH-Meter[®] wurden jeweils neun Messungen durchgeführt und der Durchschnitt dieser Messwerte wurde berechnet. Besonders wichtig ist, dass bei den Messungen mit dem Corneometer[®] nicht immer dieselbe Stelle verwendet wurde, da ansonsten eine Okklusion auftritt, die durch den Sensor verursacht wird und das Ergebnis beeinflusst hätte.

3.2.3 Methode Durchführung hautverträglichkeitsbezogener Hauttest

Um die Feuchtigkeitscreme auf mögliche Hautirritationen zu testen, wurde laut Empfehlungen die Creme sieben Tage lang im Intervall von zwölf Stunden auf das Gesicht einer Testperson aufgetragen.⁶⁵ Anschliessend wurde auf eventuelle Hautreaktionen geachtet. Dies ermöglicht die Bewertung der Stabilität der Feuchtigkeitscreme sowie die Erfassung der Erfahrungen der Testperson in Bezug auf die Creme. Dabei wurden folgende Punkte beachtet:

- Die Feuchtigkeitscreme muss täglich morgens und abends für sieben Tage auf das Gesicht aufgetragen werden.
- Das Gesicht soll morgens und abends mit einem Gesichtereiniger gewaschen werden.
- Nach dem Auftragen der Creme sollte der Kontakt mit Wasser vermieden werden.

Nach den sieben Tagen wurde die Haut der Testperson, laut den Empfehlungen des Allergiezentrum Schweiz evaluiert und auf folgendes geprüft:⁶⁶

- Hautentzündungen oder Hautirritationen hervorgerufen durch Kontaktdermatitis
- Gefühl von Brennen oder Juckreiz auf der Haut
- Vermehrtes Auftreten von Akne

⁶⁵ American Academy of Dermatology Association (2021). HOW TO TEST SKIN CARE PRODUCTS. <https://www.aad.org/public/everyday-care/skin-care-secrets/prevent-skin-problems/test-skin-care-products>, 18.09.23.

⁶⁶ Allergiezentrum Schweiz (2023). Kontaktdermatitis (Kontaktekzem). <https://www.aha.ch/allergiezentrum-schweiz/haut/kontaktdermatitis-kontaktekzem?lang=de>, 18.09.23.

4. Resultate der Tests

4.1 Messwerte der Hauttests

Die Hautmessungen wurden zunächst nach einer Minute und dann im Abstand von 15 Minuten durchgeführt. Bei einer der drei eingecremten Hautflächen wurden die Messungen erst nach einer Stunde vorgenommen, um zu überprüfen, ob das mehrfache Messen möglicherweise Feuchtigkeitscreme abgetragen hat. Jede Messung repräsentiert den Durchschnittswert von neun Einzelmessungen. Die Säulendiagramme visualisieren die Veränderung von der Ausgangsmessung (Baseline) bzw. den Messwert der Hautfläche vor dem Auftragen der Feuchtigkeitscreme im Vergleich zum Messwert nach 60 Minuten, um den tatsächlichen Unterschied deutlich darzustellen.

4.1.1 Messresultate TEWAmeter®

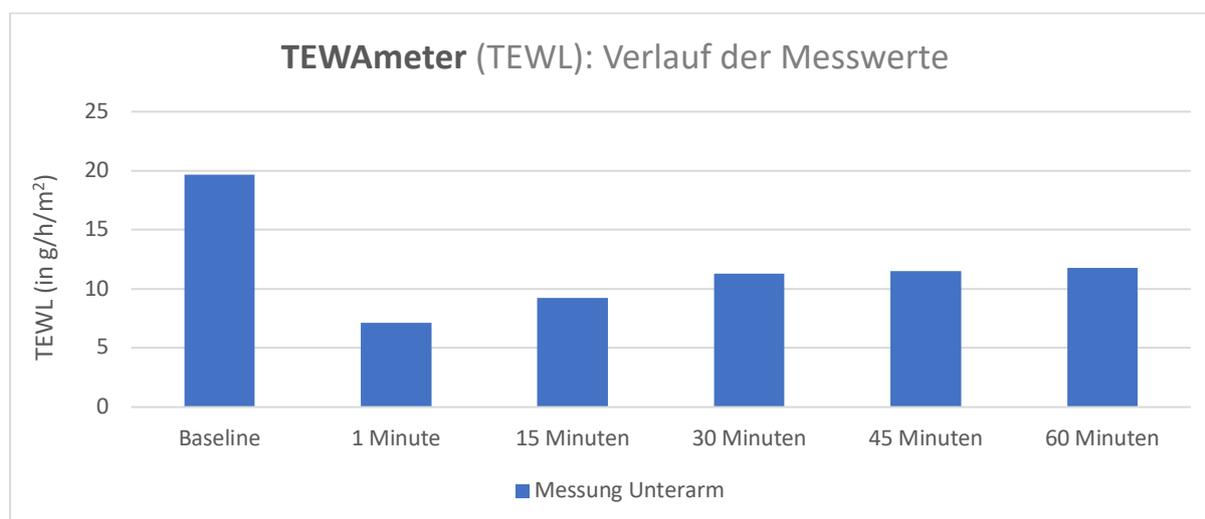


Abb. 16: Säulendiagramm TEWL am Unterarm.

Abbildung 16 zeigt den Verlauf des transepidermalen Wasserverlustes bis zu 60 Minuten nach dem Auftragen der Feuchtigkeitscreme im Vergleich zum Zustand der Haut vor dem Auftragen der Feuchtigkeitscreme (Baseline). Nach einer Minute sinkt der TEWL um 63.65 %, von 19.67 g/h/m² auf 7.17 g/h/m². Nach 15 Minuten steigt der TEWL wiederum um 29.3 % und nach 30 Minuten um 22.01 %. Nach 45 Minuten stabilisieren sich die Werte leicht und der TEWL steigt minimal um 2.21 %. Nach 60 Minuten erhöht sich der Wert um 2.25 %. Im Vergleich zur Baseline mit dem TEWL-Wert 60 Minuten nach dem Auftragen der Creme sank der Wert insgesamt um 40.07 %.

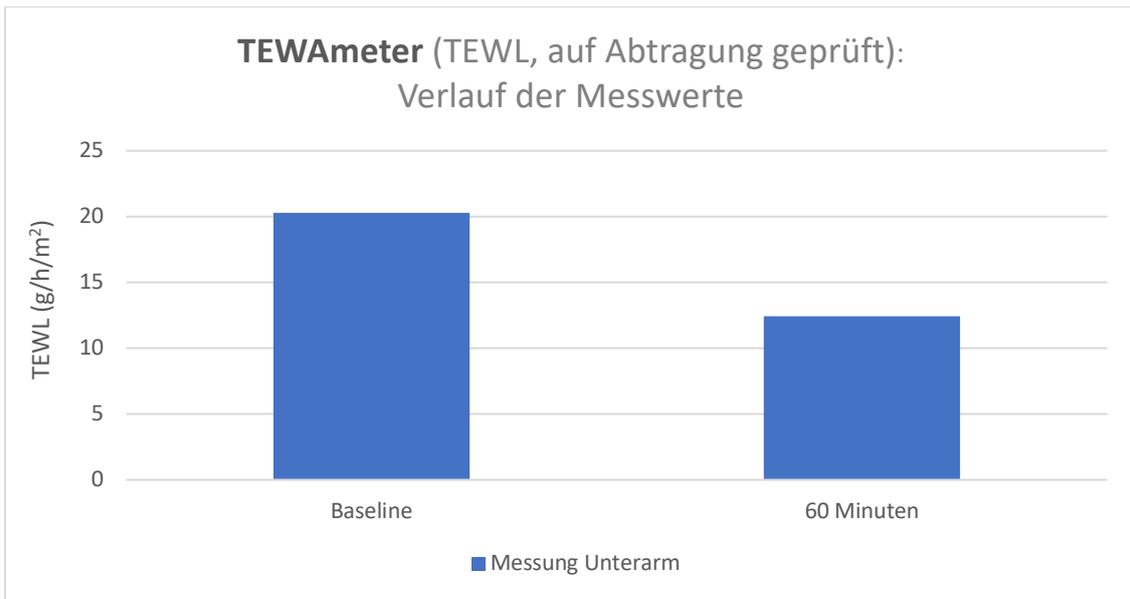


Abb. 17: Säulendiagramm TEWL auf Abtragung geprüft.

Abbildung 17 stellt in der Kontrollmessung den Unterschied des transepidermalen Wasserverlustes von der Baseline im Vergleich zum Wert nach 60 Minuten dar, um eine mögliche Abtragung der Creme von den Messgeräten zu prüfen. Nach 60 Minuten sank der TEWL insgesamt um 38.8 %, von 20.28 g/h/m² auf 12.41 g/h/m².

4.1.2 Messresultate Corneometer®

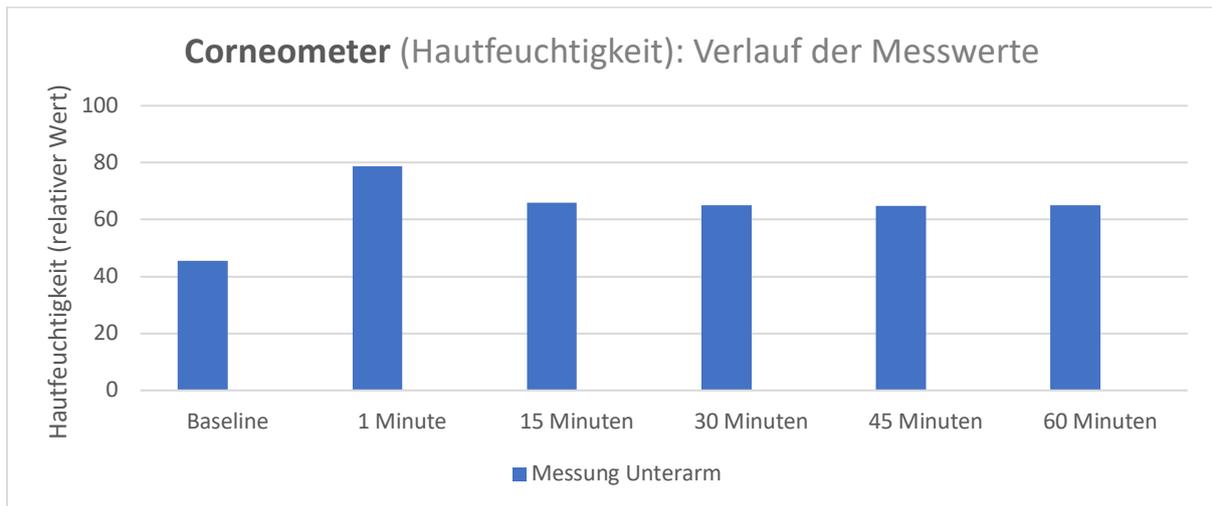


Abb. 18: Säulendiagramm Hautfeuchtigkeit am Unterarm.

Abbildung 18 illustriert den Verlauf der Hautfeuchtigkeit bis zu 60 Minuten nach dem Auftragen der Feuchtigkeitscreme im Vergleich zum Feuchtigkeitszustand der Haut vor dem Auftragen der Feuchtigkeitscreme (Baseline). Nach einer Minute stieg der Hautfeuchtigkeitswert um 72.96 % von 45,5 auf 78.7. Nach 15 Minuten sank der Wert um 16.13 % auf 66. Ab 30 Minuten stabilisierte sich der Wert und die Hautfeuchtigkeit sank gering um 1.3 %, darauf ab 45 Minuten um 0.3 %. Bei Minute 60 stieg der Wert sogar leicht um 0.3 % an. Im Vergleich zur Baseline mit dem Hautfeuchtigkeitswert von 60 Minuten nach dem Auftragen der Creme stieg der Wert insgesamt um 43.07 %.

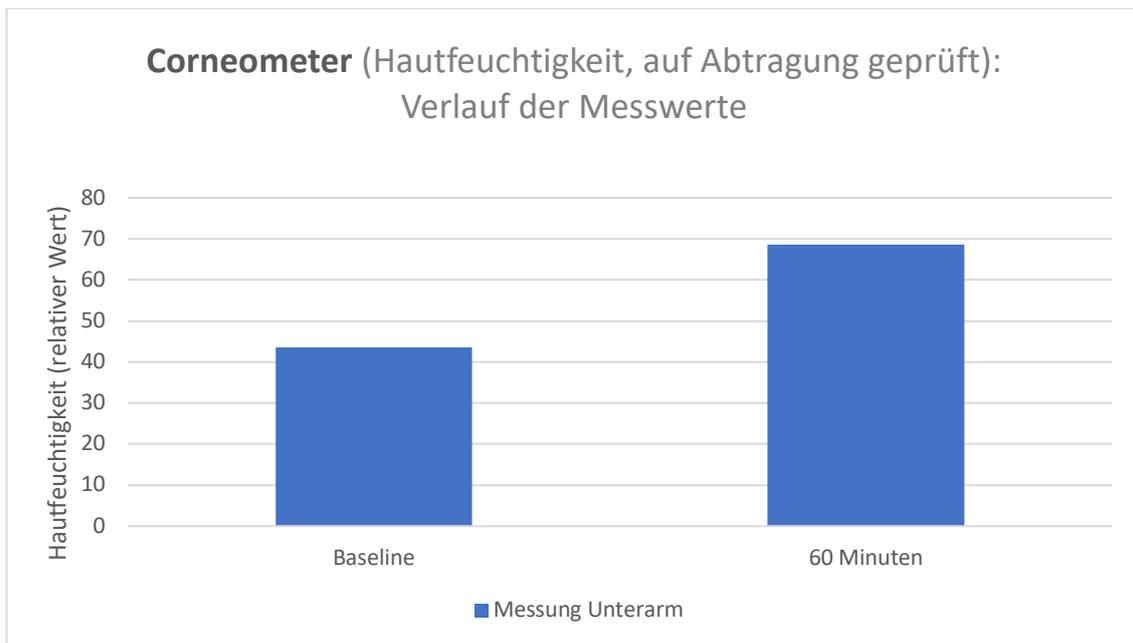


Abb. 19: Säulendiagramm Hautfeuchtigkeit auf Abtragung geprüft.

Abbildung 19 veranschaulicht in der Kontrollmessung den Unterschied der Hautfeuchtigkeit von der Baseline im Vergleich zum Wert nach 60 Minuten. Nach 60 Minuten stieg die Hautfeuchtigkeit insgesamt um 57.93 %, von 43.5 auf 68.7, im Vergleich zu 43.07 %.

4.1.3 Messresultate Skin-pH-Meter®

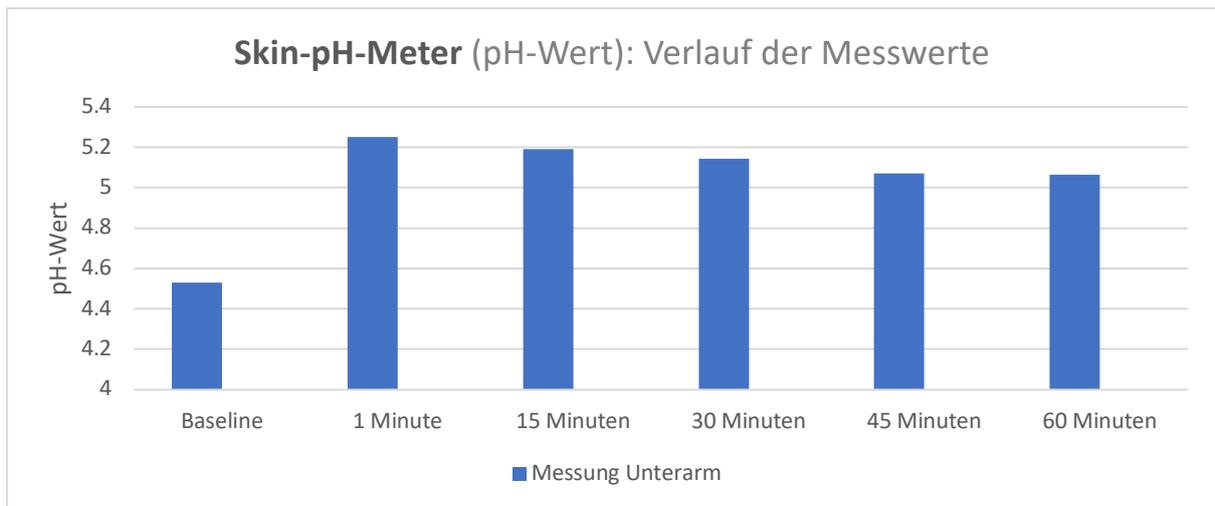


Abb. 20: Säulendiagramm pH-Wert am Unterarm.

In Abbildung 20 sieht man den Verlauf des pH-Werts der Haut bis zu 60 Minuten nach dem Auftragen der Feuchtigkeitscreme im Vergleich zum pH-Wert der Haut vor dem Auftragen der Feuchtigkeitscreme (Baseline). Nach einer Minute stieg der pH-Wert um 15.89 % von 4.52 auf 5.25. Nach 15 Minuten sinkt der pH-Wert um weitere 1.14 % auf 5.19, nach 30 Minuten um 0.86 % auf 5.14 und nach 45 Minuten um -1.45 % auf 5.07. Nach 60 Minuten stabilisiert sich der Wert auf 5.06 mit einer Abnahme von 0.09 %. Im Vergleich zur Baseline mit dem pH-Wert 60 Minuten nach dem Auftragen der Creme sank der Wert insgesamt um 11.81 %.

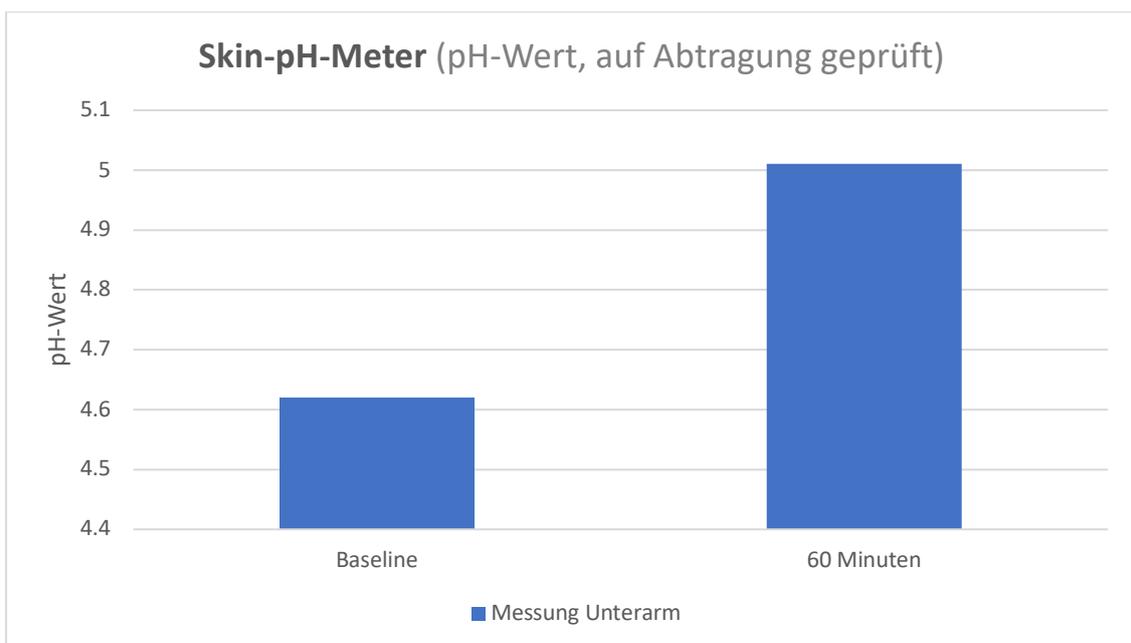


Abb. 21: Säulendiagramm pH-Wert auf Abtragung geprüft.

Abbildung 21 zeigt in der Kontrollmessung den Unterschied des pH-Werts von der Baseline im Vergleich zum Wert nach 60 Minuten, um eine mögliche Abtragung der Creme von den Messgeräten zu prüfen. Nach 60 Minuten stieg der pH-Wert insgesamt um 8.44 % von 4.62 auf 5.01 im Vergleich zu 11.81 % von 4.53 auf 5.06.

4.2 Resultate hautverträglichkeitsbezogener Hauttest

Die Feuchtigkeitscreme wurde sieben Tage lang morgens und abends verwendet. Die Creme wurde nach dem Waschen des Gesichts aufgetragen und es wurde Wasserkontakt vermieden. Die Haut der Testperson zeigte weder Anzeichen von Entzündung noch Brennen oder Juckreiz, und es kam auch nicht vermehrt zu Akne. Die Testperson berichtete nach dem Auftragen der Creme von angenehmer und beruhigter Haut. Zudem hinterliess die Creme kein fettiges Hautgefühl.

5. Interpretation und Diskussion

5.1 Erfahrungen Herstellung Feuchtigkeitscreme

Die Herstellung der selbstformulierten Feuchtigkeitscreme gelang durch sorgfältiger Recherche, wiederholtes Experimentieren und Anpassen der Inhaltsstoffe und ihrer Verhältnisse. Im praktischen Vorgehen traten einige Schwierigkeiten auf, die eine gründliche Ermittlung erforderten, um die im Kapitel 3.1.2 «Methode Herstellung der Feuchtigkeitscreme» beschriebene Vorgehensweise zu optimieren.

Bei der Formulierung der Feuchtigkeitscreme wurde speziell darauf geachtet, eine kompakte Konsistenz zu erzielen, damit die Creme beim Auftragen an den Fingern haftet. Zu Beginn wurde eine Mischung mehrerer Verdickungsmittel verwendet, darunter Xanthan, Sorbitol und Carbomer. In der Herstellung der Feuchtigkeitscreme erwies sich die Zusammensetzung und Menge der Verdickungsmittel jedoch als unpassend. Insbesondere bildete sich beim Hinzufügen dieser Verdickungsmittel in der Wasserphase ein gelartiges Gemisch (siehe Abb. 22), in welchem es nicht mehr möglich war, die weiteren Inhaltsstoffe der Wasserphase aufzulösen. Folglich wurde die Einsatzkonzentration der Verdickungsmittel gesenkt, was zwar das Hinzufügen der restlichen Inhaltsstoffe ermöglichte, jedoch im Endprodukt Klümpchen in der Creme hinterliess (siehe Abb. 23). Zudem hatte das in der Wasserphase gelöste Sorbitol einen unangenehm säuerlichen Geruch, der selbst nach dem Zugeben weiterer Inhaltsstoffe persistierte.



Abb. 22: Gelartiges Gemisch der Wasserphase.



Abb. 23: Klümpchen im Endprodukt.

Um diese Probleme zu umgehen, wurde auf das Carbomer und das Sorbitol verzichtet und stattdessen eine niedrigere Menge an Xanthan verwendet. Zudem erwies es sich als besonders effektiv, diejenigen Inhaltsstoffe, die bei Raumtemperatur fest sind, namentlich Bienenwachs, Lamecreme und Cetylalkohol, in höheren Mengen zu verwenden, um sie durch die problematischen Verdickungsmittel zu ersetzen.

Eine weitere Problematik zeigte sich beim Wasserdestillat. Durch das Erhitzen der Wasserphase verdampfte diese grösstenteils. Das hatte eine unerwartet geringe Masse an Wasserdestillat zur Folge. Als Lösung wurde daher vor dem Erhitzen der Wasserphase das Gewicht abgemessen und anschliessend proportional mittels Gewichts des reinen Wasserdestillats nach dem Erhitzen berechnet. Die entsprechende Menge wurde nach dem Erhitzen hinzugefügt, wodurch sich das Problem löste.

Das Auflösen der Hyaluronsäure in der Wasserphase durch Rühren unter niedriger Hitze erwies sich im ersten Versuch als schwierig, da sie sich nicht vollständig auflöste, wodurch die Wirkung der Hyaluronsäure nicht gewährleistet werden konnte. Stattdessen wurde die pulverförmige Hyaluronsäure zuerst in etwas Ethanol dispergiert und anschliessend vorsichtig, ohne zu rühren, zur Wasserphase hinzugefügt. Der Behälter wurde abgedeckt. Nach etwa einer Stunde band sich die Hyaluronsäure vollständig mit dem Wasser, wodurch eine klare, gelartige Struktur entstand, die sich leicht mit der Wasserphase vermengen liess.

5.2 Interpretation und Diskussion der Resultate der Hauttests

5.2.1 Interpretation und Diskussion der Resultate der Hauttests mittels Messgeräte

Mittels Messgeräte konnte die Effektivität der selbsthergestellten Creme evaluiert werden. Die aus den Ergebnissen gewonnenen Informationen können nun direkt mit dem in der Theorie erworbenen Wissen verknüpft werden. Zudem bietet dies die Möglichkeit, wissenschaftliche Aussagen über die Wirkung der Creme aufzustellen.

TEWAmeter®

Die Resultate der Messungen anhand des TEWAmeters® zeigen, dass die Feuchtigkeitscreme den TEWL eine Stunde nach dem Auftragen um ganze 40.07 % senken kann. Dies, durch Messungen bestätigt, ist besonders signifikant für den hautbarrierestärkenden Aspekt der Feuchtigkeitscreme.⁶⁷ Das Ergebnis ist auf Jojobaöl und Bienenwachs zurückzuführen, da sie besonders okklusive Inhaltsstoffe sind, die zur Senkung des TEWLs beitragen.

- Jojobaöl ähnelt in seiner Komposition dem hauteigenen Talg. Diese Eigenschaft sorgt einerseits zur Senkung des TEWLs und andererseits auch zur Regulierung der Talgproduktion. Dadurch eignet sich die Feuchtigkeitscreme bei trockener Haut, der es unter anderem am hauteigenen Talg fehlt, indem es dieses komplementiert, als auch bei fettiger, zu Akne neigender Haut, indem es die übermässige Produktion von Talg hemmt.^{68, 69}
- Bienenwachs ermöglicht eine semi-okklusive Barriere auf dem Stratum Corneum, die den TEWL reduziert und vor externen Reizstoffen schützt. Ebenso verleiht das im Bienenwachs enthaltene Propolis der Feuchtigkeitscreme **antioxidative, antimikrobielle** und **entzündungshemmende** Eigenschaften.⁷⁰

Im Hinblick auf das Diagramm des TEWLs (siehe Abbildung) ist nach der Messung nach 30 Minuten eine klare Stabilisierung der Werte zu erkennen. Dies lässt sich durch das Eindringen von Inhaltsstoffen mit geringer molekularer Grösse sowie durch die Verdunstung des Wassers aus der Feuchtigkeitscreme erklären. Vergleicht man das Ergebnis nach 60 Minuten mit dem der Kontrollmessung, so zeigt sich kein grosser Unterschied. Eine Abtragung der Feuchtigkeitscreme durch wiederholte Messungen mit dem TEWAmeter® kann somit ausgeschlossen werden. Das lässt sich auch durch die hohlzylindrische Form des Messgeräts erklären, die den direkten Kontakt mit der Haut minimiert.

Da die Messungen nur die Auswirkungen auf den TEWL bis zu einer Stunde zeigen, ist es nicht eindeutig, wie sich der Hautzustand im Laufe des Tages entwickelt. Der prozentuale

⁶⁷ Buraczewska, I. et al. (2007). Changes in skin barrier function following long-term treatment with moisturizers, a randomized controlled trial. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2006.07685.x>, 06.11.2023.

⁶⁸ Zięba, M. et al. (2015). Evaluation of selected quality features of creams with addition of jojoba oil designed for dry skin. https://www.researchgate.net/publication/283054596_Evaluation_of_selected_quality_features_of_creams_with_addition_of_jojoba_oil_designed_for_dry_skin_Ocena_wybranych_wyrozni-kow_jakosci_kremow_z_dodatkiem_oleju_jojoba_przeznaczonych_do_sucej_skory, 06.11.2023.

⁶⁹ Kim, S. H. (2005). A study on the effects of skin barrier damage on TEWL and the efficacy of jojoba oil in skin barrier restitution. <https://e-ajbc.org/journal/view.php?number=31>, 06.11.2023.

⁷⁰ Nong, Y. et al. (2023). A review of the use of beeswax in skincare. <https://doi.org/10.1111/jocd.15718>, 06.11.2023.

Unterschied des TEWLs ist in den letzten beiden Messungen fortlaufend gesunken und man kann weitergehend eine zunehmend kleinere prozentuale Erhöhung erwarten.

Corneometer®

Die Ergebnisse, die durch die Messungen mittels Corneometer® gewonnen wurden, zeigen, dass die Feuchtigkeitscreme den Feuchtigkeitsgehalt der Haut nach einer Stunde um 43.07 % erhöhen kann, was sich auch im Erscheinungsbild der Haut nach dem Auftragen der Feuchtigkeitscreme widerspiegelt. Diese Resultate lassen sich auf Glycerol, Hyaluronsäure und Lipodermin zurückführen. Glycerol und Hyaluronsäure haben einen hohen hygroskopischen Wert und Lipodermin steigert die Effektivität dieser Inhaltsstoffe.

Das Diagramm zeigt, dass in den ersten 15 Minuten nach dem Auftragen der Feuchtigkeitscreme die Feuchtigkeit am stärksten abnimmt, was sich ebenfalls mit dem Einziehen der Feuchtigkeitscreme und dem Verdunsten des Wassers erklären lässt. Im Vergleich zur Kontrollmessung, welche die mögliche Abtragung der Feuchtigkeitscreme überprüft, zeigt sich beim mehrfachen Messen ein deutlicher Unterschied von 14.86 %. Da das Messen der Hautfeuchtigkeit durch den Präzisionskondensator eine grössere Fläche für die Applikation des Messkopfes erfordert, war dies zu erwarten. Durch die Kontrollmessung kann die Effektivität der Feuchtigkeitscreme hinsichtlich der Erhöhung des Feuchtigkeitsgehalts um bis zu 57.93 % bestätigt werden.

Der leichte Anstieg zwischen den letzten beiden Messungen von 45 Minuten und 60 Minuten kann durch die Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft durch Feuchthaltemittel, hauptsächlich Hyaluronsäure, erklärt werden. Es ist zu vermuten, dass der Anstieg nicht lange anhalten wird und die Feuchtigkeit der Haut sich im Laufe des Tages leicht verringern wird, wobei die Talgproduktion den Feuchtigkeitsverlust ausgleichen wird.

Skin-pH-Meter®

Der Säureschutzmantel des Stratum Corneum ist ein Schlüsselfaktor für die Aufrechthaltung der Barriere, die Integrität des Stratum Corneum und die antimikrobielle und antimykotische Abwehr.⁷¹ Nach dem Auftragen der Feuchtigkeitscreme wurde der pH-Wert der Haut gemessen, um allfällige Einflüsse der Creme zu prüfen.

⁷¹ Ali, S. M., & Yosipovitch, G. (2013). Skin PH: From Basic Science to Basic Skin Care. <https://doi.org/10.2340/00015555-1531>, 06.11.2023.

Die Resultate (in der Abbildung) zeigen, dass sich der pH-Wert eine Stunde nach dem Auftragen der Feuchtigkeitscreme um 11.81 % von pH 4.52 auf pH 5.06 erhöht hat.

Obwohl die Feuchtigkeitscreme den natürlichen pH-Wert der Haut leicht erhöht, liegt dieser immer noch im normalen und gesunden Bereich. Es ist wichtig anzumerken, dass der pH-Wert an verschiedenen Körperstellen stark variieren kann und je nach Geschlecht unterschiedliche Werte aufweisen kann.

Ähnlich wie bei den Messungen zur Hautfeuchtigkeit und TEWL kann man eine leichte stabilisierende Senkung des pH-Werts der Haut erwarten.

5.2.2 Interpretation und Diskussion der Resultate des Hauttests bezüglich Hautverträglichkeit

Im Hauttest bezüglich der Hautverträglichkeit wurden keine Anzeichen von Hautentzündungen, Hautirritationen, Gefühl von Brennen, Juckreiz oder vermehrtem Auftreten von Akne festgestellt. Stattdessen wurde die Feuchtigkeitscreme als entspannend und beruhigend empfunden. Diese Wirkung resultiert hauptsächlich aus Panthenol und Allantoin, wobei Lipodermin die Effektivität der Inhaltsstoffe steigert.

- Panthenol verleiht der Feuchtigkeitscreme **entzündungshemmende** und **juckreizlin-dernde** Eigenschaften. Zudem wirkt es bei verletzter Haut besonders **wundheilend**.⁷²
- Allantoin besitzt eine **antiirritative** Wirkung auf der Haut und übt einen keratoplastischen Effekt aus, wodurch die Hautoberfläche **weicher** und **glatter** erscheint.⁷³

⁷² GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER (2023). Panthenol. https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Lebensmittelchemiker/Arbeitsgruppen/kosmetik/panthenol.pdf, 06.11.2023.

⁷³ GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER (2023). Allantoin. https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Lebensmittelchemiker/Arbeitsgruppen/kosmetik/db_allantoin.pdf, 06.11.2023.

5.3 Vergleich der selbsthergestellten Feuchtigkeitscreme

5.3.1 Vergleich mit handelsüblichen Feuchtigkeitscremes

Nebst der Erläuterung der eigenen Feuchtigkeitscreme ist auch der Vergleich mit handelsüblichen Cremes sowie bereits vorhandenen Studien zur Bewertung von Feuchtigkeitscremes von grosser Bedeutung.

Eine besonders populäre Feuchtigkeitscreme ist beispielsweise die «Neutrogena Hydro Boost Aqua» Intensivpflege vom Hersteller Johnson & Johnson. Diese Feuchtigkeitscreme wird mit ihrer «aufpolsternder», glättender, feuchtigkeitsspendender und barrierestärkender Wirkung vermarktet und ähnelt von der Formulierung, die Glycerol und Hyaluronsäure beinhaltet, der selbsthergestellten Feuchtigkeitscreme.⁷⁴ Bei genauerer Untersuchung der Inhaltsstoffe stellt man fest, dass die Creme Duftstoffe und PEG bzw. PEG-Derivate aufweist, welche wegen ihrer potenziell schädlichen Wirkung als bedenkliche Inhaltsstoffe gelten.⁷⁵

- PEG und PEG-Derivate (Polyethylenglykole) sind in der Kosmetik weit verbreitete hydrophile Polymere, die in der Anwendung sehr flexibel sind. Sie werden häufig als Tenside, Emulgatoren, Hautpflegemittel und Feuchthaltemittel in Feuchtigkeitscremes verwendet. Generell verursachen sie kaum Hautreizungen und weisen eine geringe akute und chronische Toxizität auf.⁷⁶ Bei häufigem Kontakt mit PEG und PEG-Derivaten besteht jedoch die Gefahr, dass das Immunsystem Antikörper produziert, die PEG und PEG-Derivate binden und dadurch deren Wirksamkeit beeinträchtigen.⁷⁷ Einige Substanzen dieser Art können zudem mit den karzinogenen Stoffen Ethylenoxid und 1,4-Dioxan verunreinigt sein.⁷⁶
- Bei häufigem Kontakt mit Duftstoffen besteht die Gefahr, eine Kontaktallergie zu entwickeln. "Leave-on-Produkte" wie Feuchtigkeitscremes, die Duftstoffe enthalten, bergen dabei das grösste Risiko.⁷⁸

⁷⁴ ©Johnson & Johnson GmbH (2021). Hydro Boost – Aqua Intensivpflege mit Hyaluron | Neutrogena®. <https://www.neutrogena.de/gesichtspflege/aqua-intensivpflege#inhaltsstoffe>, 06.11.2023.

⁷⁵ Öko-Test (08.12.2022). Test: Reichhaltige Gesichtscemes. Öko-Test, S. 24.

⁷⁶ Fruijtier-Pölloth, Claudia (2005). Safety assessment on polyethylene glycols (PEGs) and their derivatives as used in cosmetic products. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2005.06.001>, 06.11.2023.

⁷⁷ Yang, Qi & Lai, K. Samuel (2015). Anti-PEG immunity: emergence, characteristics, and unaddressed questions. <https://doi.org/10.1002/wnan.1339>, 06.11.2023.

⁷⁸ Van Amerongen, C.A. et al. (2021). Skin exposure to scented products used in daily life and fragrance contact allergy in the European general population. <https://doi.org/10.1111/cod.13807>, 06.11.2023.

Dieses Beispiel dient der Veranschaulichung, wie trotz der attraktiven Vermarktung einige Feuchtigkeitscremes bedenkliche Inhaltsstoffe enthalten können. Handelsübliche Feuchtigkeitscremes unterscheiden sich hauptsächlich in ihrer Inhaltsstoffzusammensetzung und Produktion erheblich von selbsthergestellten Varianten. Während handelsübliche Feuchtigkeitscremes eine Vielzahl von Inhaltsstoffen enthalten, beschränken sich selbsthergestellte Feuchtigkeitscremes in der Regel auf das Wesentliche. Dies hat den Vorteil, dass sie stabiler sind und ein geringeres Potenzial für Hautunverträglichkeiten aufweisen. Handelsübliche Feuchtigkeitscremes enthalten häufig Stoffe wie beispielsweise die oben genannten PEG/PEG-Derivate und Duftstoffe. Diese bieten keine konkreten Vorteile, sondern dienen lediglich zur Verbesserung der Anwendung und helfen der Haut nur kurzfristig. Bei selbsthergestellten Feuchtigkeitscremes besteht möglicherweise das Problem, dass sie eine geringere Haltbarkeit aufweisen, da im Vergleich zu handelsüblichen Feuchtigkeitscremes während der Produktion keine sterile Handhabung sichergestellt werden kann. Daher ist es wichtig zu betonen, dass die Herstellung von selbstgemachten Feuchtigkeitscremes besondere Sorgfalt und Fachkenntnisse benötigt.

5.3.2 Vergleich mit anderen Studien

Aufgrund begrenzter Anzahl an Testpersonen und Messdauer ist der Vergleich mit anderen Studien zur Messung der Effektivität von Feuchtigkeitscremes in Bezug auf spezifische Wirkstoffe wichtig. Die Messdaten werden mit den von anderen Studien verglichen und auf signifikante Abweichungen und Ähnlichkeiten geprüft.

Eine Studie bezüglich «Skin moisturizing effects of panthenol-based formulations» aus 2011 ermittelte den Unterschied des TEWL und der Hautfeuchtigkeit 15 und 30 Tage nach der Verwendung einer Feuchtigkeitscreme mit 2.5 % Glycerol als Basis und zwei Varianten mit 1 % und 5 % Panthenol.

Ähnlich wie bei den durchgeführten Messungen weist die Feuchtigkeitscreme mit 1 % Panthenol eine typische Senkung des TEWL und Erhöhung der Hautfeuchtigkeit auf, dies auch nach 15 und 30 Tagen. Überraschenderweise reicht 1 % Panthenol aus, um eine kurzzeitige Wirksamkeit bei der Reduktion des TEWL zu erzielen, die höhere Konzentration von 5 % Panthenol waren für langfristige Ergebnisse effektiver.⁷⁹

⁷⁹ Flávio B. Camargo et al. (2011). Skin moisturizing effects of panthenol-based formulations. https://web.archive.org/web/20190818225138id_/http://www.beauty-review.nl:80/wp-content/uploads/2015/05/Skin-moisturizing-effects-of-panthenol-based-formulations.pdf, 06.11.2023.

Eine weitere Studie behandelte die Langzeitwirkung von 24-Stunden-Feuchtigkeitscremes auf die Hautbarriere. Diese Feuchtigkeitscremes beinhalten ebenfalls Glycerol, Panthenol und Bienenwachs. Es wurde die Wirkung bezüglich TEWL, Feuchtigkeit und pH-Wert der Haut bis hin zu zwei Wochen geprüft.

Beide Feuchtigkeitscremes erzielten nach 60 Minuten eine Senkung des TEWL von etwa 12 %, konnten dazu längerfristig nach zwei Wochen der Verwendung dieser Feuchtigkeitscreme eine Senkung von 28 % erreichen. In diesem Aspekt schnitt die selbsthergestellte Feuchtigkeitscreme besser ab. Bezüglich Hautfeuchtigkeit bestehen keine grossen Unterschiede. Die in der Studie untersuchte Feuchtigkeitscreme und die Selbsthergestellte weisen eine ähnliche Erhöhung der Hautfeuchtigkeit auf. In der Studie beobachtete man zusätzlich eine geringe Abnahme der Hautfeuchtigkeit nach 24 Stunden, was auch bei der selbsthergestellten zu erwarten ist. Auch im pH-Wert ähneln die Resultate. Die in der Studie untersuchten Feuchtigkeitscremes erhöhten den pH-Wert leicht, dieser stabilisierte sich aber nach kurzer Zeit, ähnlich wie bei der selbsthergestellten Feuchtigkeitscreme.⁸⁰

5.4 Verbesserungsmöglichkeiten

5.4.1 Formulierung der Feuchtigkeitscreme

Da der praktische Teil der Arbeit bezüglich Formulierung der Feuchtigkeitscreme möglichst früh gelingen sollte, stand diesbezüglich nur ein begrenztes Zeitfenster zur Verfügung. Aus diesem Grund weist die Formulierung der Feuchtigkeitscreme Aspekte auf, die im Nachhinein verbessert werden können.

- Laut der im Kapitel 5.3.1 erwähnten Studie zur Wirkung von panthenolhaltigen Feuchtigkeitscremes würde eine Erhöhung der Einsatzkonzentration von Panthenol von 1 % auf 5 % den TEWL langfristig besser senken.
- Die Integrierung von Ceramiden in der Feuchtigkeitscreme würde eine noch effektivere Verbesserung der Hautbarriere vergewissern.

⁸⁰ Samadi, A. et al (2021). Long-term effects of two 24-hour moisturizing products on skin barrier structure and function: A biometric and molecular study. <https://doi.org/10.1002/hsr2.308>, 06.11.2023.

Ceramide sind hauteigene Stoffe, die die Barrierefunktion der Haut durch Wasserdurchlässigkeit aufrechterhalten.⁸¹

- Ebenfalls könnte das Einbauen von Ectoin in die Feuchtigkeitscreme die Haut bei der Regenerierung von Oxidations- und UV-bedingtem Schaden unterstützen. Ectoin ist ein Aminosäurederivat, das den osmotischen Druck der Zellen reguliert und somit Enzyme und Proteine schützt.⁸²

5.4.2 Erhebung der Messdaten

Bei der Erhebung der Messdaten des TEWL, der Feuchtigkeit und des pH-Wertes der Haut ist klar der Mangel an Testpersonen und die kurze Testzeit zu kritisieren. Dies führt dazu, dass die Interpretation der Messresultate jenseits der Messdauer durch Vermutungen erfolgte. Um eine ideale Erhebung der Messdaten zu erzielen, benötige ich, verglichen zu ähnlichen Studien, einen Mindesttestpool von 20 Personen. Auch sollte die Testdauer auf bis zu einer Woche verlängert werden und eine einwöchige Phase beinhalten, die den Hautzustand eine Woche nach Beendigung der Nutzung der Feuchtigkeitscreme zeigt. Aus finanziellen Gründen war ich jedoch nur auf eine bestimmte Messdauer und Anzahl Testpersonen limitiert.

⁸¹ Coderch, L. et al. (2003). Ceramides and skin function. <https://doi.org/10.2165/00128071-200304020-00004>, 06.11.2023.

⁸² Cheng, W. et al. (2022). Protective effect of Ectoin on UVA/H₂O₂-Induced oxidative damage in human skin fibroblast cells. <https://doi.org/10.3390/app12178531>, 06.11.2023.

6. Zusammenfassung

Das geringe Angebot an qualitativer Hautpflege motivierte mich, selbst eine Feuchtigkeitscreme herzustellen. Dieser Prozess verlief durch sorgfältiges Befassen mit der Komposition und Funktion von Feuchtigkeitscremes, der mehrfachen Herstellungsversuche und der präzisen Evaluierung der Feuchtigkeitscreme. Das Ziel bestand darin, eine Feuchtigkeitscreme zu entwickeln, die für ein möglichst breites Spektrum an Hauttypen geeignet ist, indem ausschliesslich hautfreundliche und hautbarrierestärkende Inhaltsstoffe verwendet wurden. Im Rahmen der Maturarbeit soll somit geklärt werden, wie Feuchtigkeitscremes auf die Haut wirken, wie diese aufgebaut sind, wie man eine eigene herstellt und diese evaluiert.

Durch gründlicher Recherche und Auseinandersetzung mit Studien wurde das Fundament meiner Feuchtigkeitscreme konzipiert. Anschliessend stand durch Eliminierung der Fehlerquellen, die kontinuierliche Verfeinerung der Formulation und Herstellung der Rezeptur im Vordergrund, wodurch es mir gelang, mein Produkt mit jenen auf dem Markt zu messen und zu vergleichen.

Der Vergleich erfolgte durch eine Evaluierung bezüglich mehreren Faktoren der Effektivität der Feuchtigkeitscreme. Dabei wurden extern Werte des TEWL, der Hautfeuchtigkeit und dem pH-Wert der Haut nach dem Auftragen der Creme entnommen, visualisiert und interpretiert. Ausserdem wurde die Creme eine Woche lang angewendet, um auf Hautirritationen zu prüfen.

- Die Feuchtigkeitscreme kann den TEWL eine Stunde nach Auftragen um 40 % senken.
- Die Hautfeuchtigkeit verbesserte sich um 43 % eine Stunde nach dem Auftragen der Creme.
- Eine Stunde nach dem Auftragen der Feuchtigkeitscreme stieg der pH-Wert um 11 %.
- Die Feuchtigkeitscreme zeigte keine Anzeichen an Hautunverträglichkeit.

Laut den entnommenen Messresultaten wirkt die Feuchtigkeitscreme effektiv gegen TEWL, fördert die Hautfeuchtigkeit und hat kaum Einfluss auf den pH-Wert der Haut. Somit begünstigt die Creme das Aufrechterhalten der Hautbarriere und verleiht ein besseres Hautbild.

7. Schlussbemerkung

Im Rahmen der Maturarbeit konnten alle Leitfragen beantwortet werden. Leider war es aufgrund des engen Rahmens der Maturarbeit nicht möglich, allen Punkten ausgiebig nachzugehen.

Eine noch genauere Evaluation der Feuchtigkeitscreme ist von grossem Interesse. Das Erheben von weiteren Messdaten in Hinsicht der Grösse des Testpools, der Länge der Testzeit und weiteren Kriterien der Wirkung der Feuchtigkeitscreme, wie zum Beispiel der antioxidativen Wirkung oder der Hautelastizität würde die Effektivität der Feuchtigkeitscreme genauer schildern.

Der gesamte Prozess der Arbeit vermittelte mir viel Erfahrung im Bereich der Naturwissenschaften. In der Recherchephase konnte ich bereits erlerntes Wissen zur Hautpflege vertiefen und praktisch anwenden. Die intensive Recherche mithilfe verschiedener wissenschaftlicher Quellen ermöglichte es mir, den Umgang mit komplexen Studien zu erlernen. Die mehrfachen Versuche zur Herstellung der Feuchtigkeitscreme brachten mir nicht nur das Laborhandlung bei, sondern vermittelten auch Fachwissen zur Herstellung von Kosmetika. Die Erfahrung mit gescheiterten Versuchen betonte die Wichtigkeit von Ausdauer im Labor, da ich aus Fehlern viel Wissen ziehen konnte. Die Zusammenarbeit mit der C.H Erbslöh Schweiz AG ermöglichte mir zudem das Erlernen der Handhabung wissenschaftlicher Messgeräte. Schwierigkeiten bestanden hauptsächlich darin, wichtige Entscheidungen bezüglich der Wahl der Inhaltsstoffe zu treffen, die folglich besser umgesetzt werden konnten. Primär finde ich in der Formulierung Elemente, die ich verbessern könnte. Nichtsdestotrotz bin ich zufrieden mit den Errungenschaften dieser Arbeit.

8. Glossar

Nachfolgend werden komplexe Begriffe alphabetisch kurz definiert.

- Antimykotisch: Wachstum von Pilzen hemmend oder Pilzinfektionen behandelnd.
- Desquamation: Natürliches Ablösen von abgestorbenen Hautzellen.
- Filaggrin: Aggregation von Keratinfilamenten im Epidermis.
- Hygroskopisch: Fähigkeit, Feuchtigkeit aus der Umgebung zu absorbieren oder anzuziehen.
- Hydrolytisch: Chemischer Prozess, in dem eine Substanz durch Reaktion mit Wasser gespalten wird.
- Keratoplastisch: Formveränderung der Haut bzw. zu glatterer Haut führend.
- Mikrobizid: Mikroorganismen abtötend oder ihr Wachstum hemmend.
- Natural Moisturizing Factor (NMF): Gruppe von natürlichen Substanzen auf der Epidermis, die Wasser anziehen und die Hautfeuchtigkeit aufrechterhalten.
- Olfaktorisch: Auf den Geruchssinn bezogen.
- Transepidermaler Wasserverlust (TEWL): Verlust von Wasser der durch die Epidermis hindurchtritt und in die Umgebung abgegeben wird.

9. Literaturverzeichnis

- [1] Harwood, Anne (2022). Moisturizers. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545171/#>, 22.7.23.
- [2] Harper, Douglas (2023). Etymology of Emulsion. <https://www.etymonline.com/de/word/Emulsion>, 22.07.23.
- [3] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 138f.
- [4] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 139.
- [5] Fayne, L. Frey (2022). The skincare hoax: How You're Being Tricked into Buying Lotions, Potions & Wrinkle Cream [E-book]. New York: Simon and Schuster, S. 50.
- [6] Marks, Ronald (1997). Emollients [E-book]. Florida: CRC Press, S. 1.
- [7] Cheong, W. Kwong (2009). Gentle cleansing and moisturizing for patients with atopic dermatitis and sensitive skin. <https://doi.org/10.2165/0128071-200910001-00003>, 23.07.23.
- [8] Mawazi, M. Saeid et al. (2022). A review of moisturizers; history, preparation, characterization and applications. <https://doi.org/10.3390/cosmetics9030061>, 23.07.23.
- [9] Fortune Business Insights (2023). Skincare Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, By Product. <https://www.fortunebusinessinsights.com/skin-care-market-102544>, 26.07.23.
- [10] Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 3.
- [11] Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 4.
- [12] Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 7.
- [13] Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 6.
- [14] Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 75.
- [15] Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 5.
- [16] Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 13.
- [17] Moll, Ingrid (2005). Duale Reihe: Dermatologie [E-book]. New York: Georg Thieme Verlag, S. 10.
- [18] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 138f.
- [19] Bosch, C. G. Thomas (2021). Mikrobiom als natürlicher Schutzfaktor. <https://doi.org/10.1007/s00105-021-04831-3>, 28.07.23.
- [20] Fowler, Joseph (2012, Juli). PRACTICAL DERMATOLOGY, Juli 2012, S. 36ff.
- [21] DocCheck (2010). Desquamation. <https://flexikon.doccheck.com/de/Desquamation>, 28.07.23.
- [22] DocCheck (2022). Filaggrin. <https://flexikon.doccheck.com/de/Filaggrin>, 28.07.23.
- [23] Van Rensburg, J. Sané et al. (2019). Measurement of transepidermal water loss, stratum corneum hydration and skin surface pH in occupational settings: a review. <https://doi.org/10.1111/srt.12711>, 28.07.23.
- [24] Lee, Christine et al. (2019). Principles of Moisturizer product design. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30681817>, 28.07.23.
- [25] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 78f.
- [26] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 168.

- [27] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 78.
- [28] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 87.
- [29] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 140f.
- [30] Philus (2023). HLB-Wert eines nichtionogenen Tensids – Funktionsgleichung. https://www.philus.de/funktionsgleichung/164384634/hlb-wert_nichtionogener_tenside.html, 02.08.23.
- [31] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 323.
- [32] Cosmacon (2018). Verdickungsmittel. <https://www.cosmacon.de/verdickungsmittel/>, 02.08.23.
- [33] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 50.
- [34] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 64.
- [35] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 167f.
- [36] TCI (2023). Glycerol. <https://www.tcichemicals.com/AT/de/p/S0373>, 05.08.23.
- [37] PubChem (2023). Glycerin. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Glycerin#section=Experimental-Properties>, 05.08.23.
- [38] Eberlein, Thomas & Kammerlander Gerhard (2002). Übersicht über relevante („wirksame“) Inhaltsstoffe Wirknachweis und Literaturhinweise. https://www.akademie-zwm.ch/uploads/tx_scpublications/Inhaltsstoffe_Ingridients_Hautpflege_Recherche_02.pdf, 05.08.23.
- [39] TCI (2023). Hyaluronic Acid Sodium Salt from Bacteria. <https://www.tcichemicals.com/AT/de/p/H1791>, 05.08.23.
- [40] Lautenschläger, Hans (2021). Hyaluronsäure - ein legendärer Wirkstoff. <https://dermaviduals.de/deutsch/publikationen/spezielle-wirkstoffe/hyaluronsaeure-ein-legendaerer-wirkstoff.html>, 05.08.23.
- [41] Beyer, Robby (2023). Hyaluronsäure – wie sie wirklich wirkt. <https://www.beyer-soehne.de/hyaluronsaeure-in-kosmetik-wirkung/#:~:text=W%C3%A4hrend%20hochmolekulare%20Hyalurons%C3%A4ure%20auf%20der,ein%20Grund%20f%C3%BCr%20die%20Hautalterung>, 05.08.23.
- [42] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 177.
- [43] Vögtli, Alexander (2023). Xanthan. <https://www.pharmawiki.ch/wiki/index.php?wiki=Xanthan>, 05.08.23.
- [44] TCI (2023). Allantoin. <https://www.tcichemicals.com/AT/de/p/A0211>, 05.08.23.
- [45] GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER (2023). Allantoin. https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Lebensmittelchemiker/Arbeitsgruppen/kosmetik/db_allantoin.pdf, 05.08.2023.
- [46] Ellsäßer, Sabine (2020). Körperpflegekunde und Kosmetik: Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis [E-book]. Berlin: Springer, S. 98.

- [47] Lautenschläger, Hans (2021). Starke Wirkung - Phospholipide in Kosmetika. <https://dermavidu-als.de/deutsch/publikationen/spezielle-wirkstoffe/starke-wirkung-phospholipide-in-kosmetika.html>, 05.08.23.
- [48] Blume, Gabriele (2004). Liposomes as a Carrier System for Topical Applications. <https://www.sopharcos.com/wp-content/uploads/2018/09/liposomes-as-a-carrier-system-for-topical.pdf>, 05.08.23.
- [49] Kurek-Górecka, Anna et al. (2020). Bee Products in Dermatology and Skin Care. <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/3/556>, 05.08.23.
- [50] Käser, Heiker (2023). Lamecreme (Glyceryl stearate, glyceryl stearate citrate). <https://olionatura.de/kosmetikrohstoffe/emulgatoren/lamecreme/>, 05.08.23.
- [51] Gad, A. Heba (2021). Jojoba Oil: An Updated Comprehensive Review on Chemistry, Pharmaceutical Uses, and Toxicity. <https://www.mdpi.com/2073-4360/13/11/1711>, 05.08.23.
- [52] TCI (2023). Squalane. <https://www.tcichemicals.com/AT/de/p/H009>, 05.08.23.
- [53] Sethi, Anisha (2016). Moisturizers: The Slippery Road. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4885180/#ref10>, 05.08.23.
- [54] Käser, Heike (2023). Cetylalkohol. <https://olionatura.de/kosmetikrohstoffe/wachse-und-konsistenzgeber/cetylalkohol/>, 05.08.23.
- [55] Vögtli, Alexander (2023). Cetylalkohol. <https://www.pharmawiki.ch/wiki/index.php?wiki=Cetylalkohol>, 05.08.23.
- [56] Med.de (2014). Antiranz. <https://www.med.de/ratgeber/antiranz/>, 05.08.23.
- [57] TCI (2023). DL-Panthenol. <https://www.tcichemicals.com/AT/de/p/P1318>, 05.08.23.
- [58] GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER (2023). Panthenol. https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Lebensmittelchemiker/Arbeitsgruppen/kosmetik/panthenol.pdf, 05.08.23.
- [59] Stanojevic, D. (2009). ANTIMICROBIAL EFFECTS OF SODIUM BENZOATE, SODIUM NITRITE AND POTASSIUM SORBATE AND THEIR SYNERGISTIC ACTION IN VITRO. <http://www.agrojournal.org/15/04-05-09.pdf>, 05.08.23.
- [60] SpecialChem (2023). Euxyl™ PE 9010 Preservative. <https://cosmetics.specialchem.com/product/i-ashland-euxyl-pe-9010-preservative>, 05.08.23.
- [61] Krishna, S. Battula et al. (2019). Industrial production of lactic acid and its applications. https://www.researchgate.net/publication/330292057_Industrial_production_of_lactic_acid_and_its_applications, 05.08.23.
- [62] Courage & Khazaka electronic GmbH (2023). Wissenschaftliche Geräte. <https://www.courage-khazaka.de/de/downloads/category/wissenschaftliche-geraete-2>, 10.08.23.
- [63] Bedienungsanleitung der C.H Erbslöh Schweiz AG, siehe Anhang.
- [64] Taylor, A.S. Nigel (2019). Thermal Stress and Its Physiological Implications. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/transepidermal-water-loss>, 25.08.23.
- [65] American Academy of Dermatology Association (2021). HOW TO TEST SKIN CARE PRODUCTS. <https://www.aad.org/public/everyday-care/skin-care-secrets/prevent-skin-problems/test-skin-care-products>, 18.09.23.
- [66] Allergiezentrum Schweiz (2023). Kontaktdermatitis (Kontaktexzem). <https://www.aha.ch/allergiezentrum-schweiz/haut/kontaktdermatitis-kontaktexzem?lang=de>, 18.09.23.

- [67] Buraczewska, I. et al. (2007). Changes in skin barrier function following long-term treatment with moisturizers, a randomized controlled trial. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2006.07685.x>, 06.11.2023.
- [68] Zięba, M. et al. (2015). Evaluation of selected quality features of creams with addition of jojoba oil designed for dry skin. https://www.researchgate.net/publication/283054596_Evaluation_of_selected_quality_features_of_creams_with_addition_of_jojoba_oil_designed_for_dry_skin_Ocena_wybranych_wyrozniokow_jakosci_kremow_z_dodatkiem_oleju_jojoba_przeznaczonych_do_suchej_skory, 06.11.2023.
- [69] Kim, S. H. (2005). A study on the effects of skin barrier damage on TEWL and the efficacy of jojoba oil in skin barrier restitution. <https://e-ajbc.org/journal/view.php?number=31>, 06.11.2023.
- [70] Nong, Y. et al. (2023). A review of the use of beeswax in skincare. <https://doi.org/10.1111/jocd.15718>, 06.11.2023.
- [71] Ali, S. M., & Yosipovitch, G. (2013). Skin PH: From Basic Science to Basic Skin Care. <https://doi.org/10.2340/00015555-1531>, 06.11.2023.
- [72] GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER (2023). Panthenol. https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Lebensmittelchemiker/Arbeitsgruppen/kosmetik/panthenol.pdf, 06.11.2023.
- [73] GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER (2023). Allantoin. https://www.gdch.de/fileadmin/downloads/Netzwerk_und_Strukturen/Fachgruppen/Lebensmittelchemiker/Arbeitsgruppen/kosmetik/db_allantoin.pdf, 06.11.2023.
- [74] ©Johnson & Johnson GmbH (2021). Hydro Boost – Aqua Intensivpflege mit Hyaluron | Neutrogena®. <https://www.neutrogena.de/gesichtspflege/aqua-intensivpflege#inhaltsstoffe>, 06.11.2023.
- [75] Öko-Test (08.12.2022). Test: Reichhaltige Gesichtscremes. Öko-Test, S. 24.
- [76] Fruijtjer-Pölloth, Claudia (2005). Safety assessment on polyethylene glycols (PEGs) and their derivatives as used in cosmetic products. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2005.06.001>, 06.11.2023.
- [77] Yang, Qi & Lai, K. Samuel (2015). Anti-PEG immunity: emergence, characteristics, and unaddressed questions. <https://doi.org/10.1002/wnan.1339>, 06.11.2023.
- [78] Van Amerongen, C.A. et al. (2021). Skin exposure to scented products used in daily life and fragrance contact allergy in the European general population. <https://doi.org/10.1111/cod.13807>, 06.11.2023.
- [79] Flávio B. Camargo et al. (2011). Skin moisturizing effects of panthenol-based formulations. https://web.archive.org/web/20190818225138id_/http://www.beauty-review.nl:80/wp-content/uploads/2015/05/Skin-moisturizing-effects-of-panthenol-based-formulations.pdf, 06.11.2023.
- [80] Samadi, A. et al. (2021). Long-term effects of two 24-hour moisturizing products on skin barrier structure and function: A biometric and molecular study. <https://doi.org/10.1002/hsr2.308>, 06.11.2023.
- [81] Coderch, L. et al. (2003). Ceramides and skin function. <https://doi.org/10.2165/00128071-200304020-00004>, 06.11.2023.
- [82] Cheng, W. et al. (2022). Protective effect of Ectoin on UVA/H2O2-Induced oxidative damage in human skin fibroblast cells. <https://doi.org/10.3390/app12178531>, 06.11.2023.

10. Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abb. 1: O/W- und W/O-Emulsion | 2 |
| Abb. 2: Schematische Darstellung der Keratinozyten in den Hautschichten | 6 |
| Abb. 3: Glycerol | 12 |
| Abb. 4: Natriumhyaluronat..... | 12 |
| Abb. 5: Allantoin | 13 |
| Abb. 6: Squalan..... | 15 |
| Abb. 7: DL-Panthenol..... | 16 |
| Abb. 8: TEWAmeter® | 18 |
| Abb. 9: Sensoren TEWAmeter® | 18 |
| Abb. 10: Corneometer® | 19 |
| Abb. 11: Präzisionskondensator Corneometer® | 19 |
| Abb. 12: Skin-pH-Meter® | 19 |
| Abb. 13: Stabsensor Skin-pH-Meter® | 19 |
| Abb. 14: Herstellung Feuchtigkeitscreme (Erwärmen der Phasen) | 23 |
| Abb. 15: Messgeräte verbunden mit MDD-4..... | 25 |
| Abb. 16: Säulendiagramm TEWL am Unterarm | 27 |
| Abb. 17: Säulendiagramm TEWL auf Abtragung geprüft | 28 |
| Abb. 18: Säulendiagramm Hautfeuchtigkeit am Unterarm..... | 28 |
| Abb. 19: Säulendiagramm Hautfeuchtigkeit auf Abtragung geprüft..... | 29 |
| Abb. 20: Säulendiagramm pH-Wert am Unterarm | 30 |
| Abb. 21: Säulendiagramm pH-Wert auf Abtragung geprüft | 30 |
| Abb. 22: Gelartiges Gemisch der Wasserphase..... | 32 |
| Abb. 23: Klümpchen im Endprodukt..... | 32 |

11. Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tab. 1: Inhaltsstoffe der Wasserphase..... | 21 |
| Tab. 2: Inhaltsstoffe der Ölphase | 21 |
| Tab. 3: Inhaltsstoffe der Restphase..... | 21 |
| Tab. 4: Gesamtmenge und HLB-Wert | 21 |

12. Danksagung

Ich möchte mich herzlich bei all jenen bedanken, die mich beim Prozess dieser Arbeit unterstützt haben. Ich bedanke mich herzlich bei Herrn Christophe Eckard für das Betreuen meiner Maturarbeit und an der Fachschaft Chemie der Kantonsschule Zürich Nord für das Bereitstellen aller Inhaltsstoffe und den Laborräumen. Ebenso geht mein Dank an die C.H. Erbslöh Schweiz AG für das Zurverfügungstellen der Messgeräte und den Testpersonen für die Mitarbeit.

13. Anhang

Bedienungsanleitung der C.H Erbslöh Schweiz bzgl. [63]

Um der Session einen **weiteren Take hinzuzufügen** (z.B. Messung an einer anderen Hautstelle), klicken Sie auf das entsprechende Sondenbild (linke Seite des Bildschirms), und ein neues Messfenster (Take) öffnet sich.

PH 6.4 - Messergebnisse

Ergebnisse

Mittelwert pH
5,09

Streuung
0,20

| Nr. | pH-Wert |
|-----|---------|
| 1 | 4,90 |
| 2 | 5,07 |
| 3 | 5,30 |

Rechts neben den Balken sehen Sie:

- Messwerte pH-Wert
- Den jeweiligen Mittelwert
- Streuung (um den Mittelwert in Messeinheiten)



Der natürliche Säureschutzmantel der Haut liegt im schwach sauren Bereich liegt. Seine Funktion ist es, die Haut wie eine Barriere vor schädlichen Bakterien, Pilzen, Austrocknung und Umwelteinflüssen zu schützen. Je nach Hautstelle ist der pH-Wert unterschiedlich.

Für die Vereinfachung der praktischen Arbeit, insbesondere bei der Hauttypbestimmung, gelten folgende Werte für gesunde Haut unter normalen Raumbedingungen (20° C und 40-60 % Luftfeuchtigkeit:)

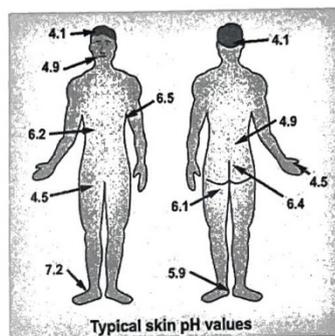


Bild: Enviroderm Services

| pH | < 3.5 | 3.8 | 4.0 | 4.3 | 4.5 | 5.0 | 5.3 | 5.5 | 5.7 | 5.9 | 6.2 | 6.5 | > 6.5 |
|----|-------|---------|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-------|
| ♀ | -- | niedrig | | - | normal | | | | + | hoch | | ++ | |
| ♂ | -- | niedrig | | - | normal | | | | + | hoch | | ++ | |

Diese Tabelle beinhaltet nur Anhaltspunkte für die Bewertung von Ergebnissen, der pH Wert variiert stark unter anderem je nach gemessener Körperstelle. Es wird jedem Anwender empfohlen, sich eine eigene Interpretationstabelle zu erstellen, da die pH-Werte auch stark von der gemessenen Hautstelle abhängen.

PH 6.5 – Dauermessung für Spezialanwendungen

Wenn Sie die Einstellung *Dauermessung* gewählt haben, um z.B. pH-Wert Veränderungen im Zeitablauf festzuhalten, startet die Messung durch Drücken des Knopfes am Sondengriff (oder der *Messung starten*-Taste in der Software).