

Diplomarbeit

**PatientInnenzufriedenheit nach fraktioniertem
CO₂-Laser-Resurfacing**

eingereicht von

Maximilian Rupert Stöger

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Univ. Klinik für Dermatologie und Venerologie

unter der Anleitung von

Univ. Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Daisy Kopera

Dr.ⁱⁿ Caroline Schaunig

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, November 2018

Maximilian Rupert Stöger eh

Danksagung

Zunächst möchte ich mich herzlichst bei Frau Univ. Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Daisy Kopera für die Ermöglichung dieser Arbeit und die fachliche Unterstützung bedanken. Des Weiteren gilt mein Dank Frau Dr.ⁱⁿ Caroline Schaunig, die bedeutende Vorarbeit für die Studie leistete.

Besonderer Dank gilt meiner Freundin Lisa, die mich in schwierigen Zeiten tatkräftig unterstützte und vor allem bei der statistischen Auswertung eine große Hilfe war. Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei meinem Bruder Julius, der mir immer mit hilfreichen Tipps zur Seite stand.

Ein großes Dankeschön auch an meine Familie und Freunde, die mir eine wunderbare Studienzzeit ermöglichten.

Zusammenfassung

Hintergrund

Auf dem Gebiet der Ästhetik gibt es eine Reihe an Mittel und Methoden, Folgen der Hautalterung zu kaschieren und/oder rückgängig zu machen. Eine Anpassung des Lebensstils und die Vermeidung von beschleunigenden Faktoren, wie der UV-Strahlung, gehören hierbei zu den grundlegenden Mitteln. Die ästhetische Dermatologie bietet daneben verschiedene Behandlungsmöglichkeiten an, dem Gesicht ihr jugendliches Aussehen zurück zu geben. Dazu gehört neben Botox-Unterspritzungen und Schälkuren auch der Einsatz von Lasern.

Methoden

Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, wie zufrieden Patienten/Patientinnen mit dem Resultat einer fraktionierten CO₂-Laser-Behandlung als Resurfacing-Verfahren sind. Für die Beantwortung dieser Frage wurde eine Telefonbefragung durchgeführt. Der konstruierte Fragebogen untersucht neben der subjektiven Zufriedenheit auch das Schmerzerleben während der Behandlung und vergleicht das Resultat mit jenen von in Anspruch genommenen Vortherapien. Dabei werden die Ergebnisse, getrennt nach Behandlungsindikation, aufgeschlüsselt dargestellt.

Ergebnisse

Der Mittelwert der Zufriedenheit mit dem Resultat der Behandlung beträgt 3,04¹ und entspricht einer mäßigen Zufriedenheit. Getrennt nach Indikation betrachtet, sind Patienten/Patientinnen die aufgrund von nicht-Akne bedingten Narben, oder Pigmentflecken therapiert wurden am zufriedensten (M=2,67)². Patienten/Patientinnen, die aufgrund von Falten behandelt wurden, sind im Vergleich am wenigsten zufrieden (M=3,57).

Im Gegensatz dazu erfahren Falten-Patienten/Patientinnen die geringsten Schmerzen (M=4,71) und die Gruppe der nicht-Akne bedingten Narben die größten (M=6,38), wobei der Mittelwert der gesamten Stichprobe bei 5,43 liegt und mittleren Schmerzen entspricht.

¹ 5-stufige Skala: 1-sehr zufrieden bis 5-nicht zufrieden

² 11-stufige Skala: 0-keine Schmerzen bis 10-größte Schmerzen

Es zeigt sich, dass 47,4% jener Personen, die eine Vortherapie in Anspruch nahmen, mit dem Ergebnis des CO₂-Lasers zufriedener als mit dem Resultat der Vortherapie sind. 26,3% sind weniger und ebenfalls 26,3% sind gleich zufrieden. Ein Einfluss von Vortherapien auf die subjektive Zufriedenheit lässt sich jedoch nicht bestätigen.

Diskussion

Im Rahmen der Studie konnte gezeigt werden, dass der fraktionierte CO₂-Laser sehr wohl gute Ergebnisse auf dem Gebiet der Rejuvenation erzielt, jedoch nicht in dem Ausmaß, wie von den Patienten/Patientinnen erwartet. Grund dafür könnte einerseits eine zu hohe Erwartungshaltung an die Therapie, andererseits aber auch die Vermeidung von empfohlenen Folgebehandlungen, sein.

Zusätzlich liefert die Studie Hinweise darauf, dass Narbengewebe womöglich sensibler gegenüber der Behandlungsmethode ist. Diese Hypothese stützt sich auf den in dieser Gruppe erzielten besseren Resultaten und dem höheren Schmerzerleben. Andererseits könnte auch ein größerer Leidensdruck dieser Patienten/Patientinnen Grund für die subjektiv empfundenen besseren Ergebnisse sein.

Des Weiteren zeigt die Studie, dass der fraktionierte CO₂-Laser in Bezug auf die PatientInnenzufriedenheit anderen Resurfacing-Methoden leicht überlegen ist.

Abstract

Background

In the field of aesthetics, there are a number of means and methods to conceal and/or reverse skin aging consequences. An adaptation of the lifestyle and the avoidance of accelerating factors, such as the UV radiation, are among the basic means. Aesthetic dermatology also offers various treatment options to give the face its youthful appearance back. In addition to Botox injections and peeling cures, this also includes the use of lasers.

Methods

The aim of this study is to find out how satisfied patients are with the result of a fractionated CO₂-laser-treatment as a resurfacing procedure. A telephone survey was conducted to answer this question. In addition to general satisfaction, the constructed questionnaire also examines the pain experience during treatment and compares the result with those of previous therapies tried by the patients. The results are presented broken down by treatment indication.

Results

The mean satisfaction level with the result of the treatment is 3.04³ and corresponds to a moderate satisfaction. By indication, patients treated because of non-acne scars, or pigmented spots are most satisfied (M=2.67). Patients treated for wrinkles are least satisfied by comparison (M = 3.57).

In contrast, wrinkle patients experience the least pain (M = 4.71)⁴, while the group of non-acne scars the largest (M = 6.38). The mean pain level of the whole sample is 5.43 and corresponds to moderate pain.

It was found that 47.4% of those, who took advantage of prior therapy, are more satisfied with the result of the CO₂-laser than with the result of the previous therapy. 26.3% are less and also 26.3% are equally satisfied. However, pre-therapy has no influence on the subjective satisfaction.

³ 5-step scale: 1-very satisfied to 5-not satisfied

⁴ 11-step scale: 0-no pain to 10-biggest pain

Discussion

The study shows, that the fractionated CO₂-laser achieves good results in the field of rejuvenation, but not to the extent expected by the patients. Reason for this could be too high expectations of the therapy, but also the avoidance of recommended follow-up treatments.

In addition, the study provides evidence that scar tissue may be more sensitive to the treatment. Scar-patients achieved better results, while also experiencing higher pain levels. On the other hand, a greater suffering of these patients under their skin condition could also lead to the subjectively perceived better results.

Furthermore, the study shows, that the fractionated CO₂-laser is slightly superior to other resurfacing methods in terms of patient satisfaction.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	ii
Zusammenfassung	iii
Abstract	v
Inhaltsverzeichnis	vii
Glossar und Abkürzungen	x
Abbildungsverzeichnis	xi
Tabellenverzeichnis	xii
1 Einleitung	1
2 Anatomie der Haut	2
3 Hautalterung	3
3.1 Molekulare Mechanismen	3
3.1.1 Sauerstoffradikale	3
3.1.2 Matrixmetalloproteinasen MMP	4
3.1.3 Mitochondrien	4
3.2 Intrinsische Hautalterung	5
3.2.1 Genetische Faktoren	6
3.2.2 Hormonelle Faktoren	6
3.2.3 Hautunterstützende Strukturen	7
3.3 Extrinsische Hautalterung	8
3.3.1 Morphologie	8
3.3.2 Lichtalterung	10
3.3.3 Weitere exogene Noxen	12
4 Prophylaxe der Hautalterung	13
4.1 Sonnenschutz	13
4.1.1 Sonnencreme	14
4.2 Antioxidantien	14
4.2.1 Vitamine	15
4.2.2 Natürliche Polyphenole	15
4.3 Retinoide	15
4.4 Östradiol	15

4.5	Aminosäure & Kupfer	16
4.6	Ernährung	16
4.7	Training	17
4.8	Schlaf	17
4.9	Stress	17
4.10	Zahnhygiene	18
5	Hautverjüngung (Rejuvenation)	19
5.1	Chemische Peelings	20
5.1.1	Klassifikation	21
5.1.2	Anwendung	21
5.1.3	Histologische Veränderungen	22
5.1.4	Peeling-Substanzen	23
5.2	Mechanische Peelings	25
5.3	Dermabrasion	25
5.4	Microneedling	26
5.5	Radiofrequenztherapie	27
5.6	Dermale Filler	27
5.6.1	ausgewählte Füllmaterialien	28
5.6.2	3-dimensionaler Ansatz	29
5.7	Botulinum Toxin (BTX)	29
6	Laser-Resurfacing	32
6.1	Unterschied fraktioniert & nicht fraktioniert	32
6.2	Nicht-ablative Laser	33
6.2.1	Nicht-ablative unfraktionierte Laser	34
6.2.2	Nicht-ablative fraktionierte Laser	35
6.3	Ablative Laser	35
6.3.1	Unfraktionierter CO2-Laser	36
6.3.2	Fraktionierter CO2-Laser	37
6.3.3	Er:YAG-Laser	42
6.4	Anästhesiemodelle bei Laser-Resurfacing	42
6.4.1	Nicht-invasive Anästhesie	42
6.4.2	Invasive Anästhesie	43
7	Methodischer Teil	44
7.1	Fragestellung und Hypothesen	44

7.2	Methoden	44
7.2.1	Studiendesign	44
7.2.2	Messinstrumente (Fragebogen)	45
7.2.3	Auswertung der Studie	46
7.2.4	Stichprobenbeschreibung	46
7.3	Ergebnisse	49
7.3.1	Hypothese 1	51
7.3.2	Hypothese 2	51
7.3.3	Hypothese 3	51
7.3.4	Geschlechtsunterschiede	52
7.4	Diskussion	53
7.4.1	Weitere Ergebnisse	54
7.4.2	Nebenwirkungen	55
7.4.3	Limitationen der Studie	57
8	Conclusio	58
8.1	Ausblick	58
9	Literaturverzeichnis	60
	Anhang – Fragebogen	65

Glossar und Abkürzungen

AHA	Alpha-Hydroxysäure
AGE	advanced glycation endproducts
ATP	Adenosintriphosphat
BHA	Beta-Hydroxysäure
BTX	Botulinum Toxin
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DNS	Desoxyribonukleinsäure
GH	growth hormone
HA	Hyaluronsäure
IGF-I	insulin-like growth factor 1
LHA	Lipo-Hydroxysäure
MEND	microscopic epidermal necrotic debris
MMP	Matrixmetalloproteinasen
mtDNS	mitochondriale DNS
MTZ	microthermal zones
PCI	perkutane Kollageninduktion
ROS	reactive oxygen species
TCA	Trichloressigsäure
TIMP	tissue specific inhibitors of matrix metalloproteinases
UV	ultraviolett

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Aufbau der Haut (1)</i>	2
<i>Abbildung 2: Intrinsisch gealterte Haut – Oberarm (10)</i>	6
<i>Abbildung 3: Extrinsisch gealterte Haut (2)</i>	8
<i>Abbildung 4: Cutis rhomboidalis nuchae (16)</i>	9
<i>Abbildung 5: Erythrosis interfollicularis colli (3)</i>	10
<i>Abbildung 6: Einfluss der UV-Strahlung (15)</i>	11
<i>Abbildung 7: Prophylaktische Maßnahmen gegen die Hautalterung</i>	13
<i>Abbildung 8: Klinischer Effekt eines LHA-Peelings nach vier Anwendungen (39)</i>	20
<i>Abbildung 9: Microneedling-Roller (49)</i>	26
<i>Abbildung 10: Patientin vor (a) und nach (b) Hyaluronsäure-Injektion (40)</i>	28
<i>Abbildung 11: Oberlippenfältchen und Marionettenfalten (a), zwei Wochen nach BTX-Injektion (b) (3)</i>	30
<i>Abbildung 12: Injektionsschema horizontale Stirnfalten (a), zwei Wochen nach Injektion (b) (3)</i>	30
<i>Abbildung 13: Schema: unfraktionierter Laser (a), fraktionierter Laser (b)</i>	33
<i>Abbildung 14: Patientin vor (a) und nach (b) nicht ablativem Laser-Resurfacing (61)</i>	34
<i>Abbildung 15: periorbitale Falten: Patientin vor (a) und nach (b) 5-maliger fraktionierter CO2-Laser Behandlung (52)</i>	38
<i>Abbildung 16: Melasma: Patientin vor (a) und nach (b) 4-maliger fraktionierter CO2-Laser Behandlung (52)</i>	38
<i>Abbildung 17: Akne-Narben: Patientin vor (a) und drei Monate nach (b) fraktionierter CO2-Laser Behandlung (67)</i>	39
<i>Abbildung 18: Fragebogen PatientInnenzufriedenheit</i>	65

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Chemische Peelingsubstanzen</i>	23
<i>Tabelle 2: Dermale Füllmaterialien</i>	27
<i>Tabelle 3: Behandlungsindikationen</i>	47
<i>Tabelle 4: Behandlungsregionen</i>	47
<i>Tabelle 5: Wiederholung und Weiterempfehlung</i>	47
<i>Tabelle 6: Vortherapien</i>	48
<i>Tabelle 7: CO₂-Laser im Vergleich zu Vortherapien</i>	48
<i>Tabelle 8: Schmerzen und Zufriedenheit</i>	49
<i>Tabelle 9: PatientInnenzufriedenheit Häufigkeiten</i>	49
<i>Tabelle 10: Schmerzen – getrennt nach Indikation</i>	50
<i>Tabelle 11: Zufriedenheit – getrennt nach Indikation</i>	50
<i>Tabelle 12: Behandlungswiederholung – getrennt nach Indikation</i>	50
<i>Tabelle 13: Behandlungsweiterempfehlung – getrennt nach Indikation</i>	51
<i>Tabelle 14: CO₂-Laser im Vergleich zu Vortherapien – getrennt nach Indikation</i>	51

1 Einleitung

Die Haut ist das größte Organ des Menschen und dient ihm als Schutzmantel gegen Umwelteinflüsse, sowie als Tast- und Fühlinstrument. Außerdem ist sie auch die Struktur unseres Körpers, die am genauesten unser Alter preis gibt. Neu auftretende Pigmentflecken, kleine und grobe Falten die das Gesicht zieren, eine unelastische Haut die über dem Körper hängt - all das sind Folgen des Älterwerdens.

In einer Gesellschaft, in der das äußerliche Erscheinungsbild jedoch eine immer größere Rolle spielt, und die Konservierung der Jugend in den Fokus vieler Menschen gerückt ist, steigt auch das Interesse an Maßnahmen um dieser Alterung der Haut entgegenzuwirken. Diesem Wunsch kommen Unternehmen nach, indem immer bessere Mittel und Methoden entwickelt werden, die Folgen der Hautalterung zu kaschieren, rückgängig zu machen oder ein Weiterrücken des Prozesses zu stoppen.

Zu Beginn dieser Arbeit soll auf die verschiedenen Auslöser und Ursachen der Hautalterung eingegangen werden. Während nicht nur das chronologische Älterwerden per se eine Rolle spielt, führen auch bestimmte andere Faktoren, allen voran die UV-Strahlung, zu einer älter aussehenden Haut.

Anschließend werden die verschiedenen Möglichkeiten vorgestellt, wie jeder einzelne, auch ohne fachliches Wissen, der Hautalterung entgegenwirken kann. Dazu gehören nicht nur alltägliche Mittel, wie das Verwenden von Sonnencreme, sondern unter anderem auch ein gesunder Lebensstil.

Darauf folgend soll ein Überblick über die diversen Therapieformen der Hautverjüngung, der sogenannten Rejuvenation, gegeben werden. Diese reichen von Peelings, über Botox-Injektionen, bis hin zu diversen Laserverfahren. Letztgenannte stellen eine der neuesten Therapiemöglichkeiten dar und sollen ins Zentrum dieser Arbeit gerückt werden. Dabei wird der fraktionierte CO₂-Laser als Therapieinstrument näher betrachtet.

Im praktischen Teil dieser Arbeit wird der Frage nach der Zufriedenheit von Patienten/Patientinnen mit einer vorausgegangenen CO₂-Laser-Behandlung nachgegangen. Zu diesem Zweck wurde eine retrospektive Studie an der Klinik für Dermatologie der Medizinischen Universität Graz durchgeführt.

Danach werden die Ergebnisse der Studie kritisch beurteilt und Limitationen der vorliegenden Arbeit diskutiert. Den Abschluss bildet ein kurzer Ausblick auf mögliche Nachfolgeprojekte.

2 Anatomie der Haut

Als Grundlage dieser Arbeit soll zu Beginn kurz auf die Anatomie der Haut eingegangen werden. Die Haut lässt sich in drei Schichten einteilen: die Epidermis (Oberhaut), Dermis (Lederhaut) und Subkutis (Unterhaut) (1).

Die Epidermis bildet die äußerste Schicht als Abgrenzung zur Umwelt. Diese selbst wird wiederum in fünf Schichten unterteilt. Die Zellen der Epidermis (Keratinozyten) werden in der untersten Sicht - im Stratum basale - durch Stammzellen gebildet. Im Laufe eines Monats durchwandern die Zellen die einzelnen Schichten bis hin zur äußersten Hornschicht (Stratum corneum). Während dieser Reifung verlieren die Keratinozyten ihren Zellkern und schilfern mit der Zeit als tote Hornschuppen ab (1).

Die Dermis lässt sich in das Stratum papillare und das Stratum reticulare einteilen. Das Stratum papillare besteht aus lockerem Bindegewebe und dient durch eine mehr oder weniger ausgeprägte „Verzahnung“ der Verbindung mit der Epidermis. In das Gewebe eingelagert ist ein lockeres Geflecht aus kollagenen und elastischen Fasern, sowie Nerven- und Blutgefäße. Im Stratum reticulare sind die Kollagenfasern und elastischen Fasern scherengitterartig formiert. Sie geben der Haut ihre Struktur, Elastizität und Reißfestigkeit und schützen sie vor Zug- und Druckbelastungen (1).

Die Subkutis selbst besteht aus Fettgewebe und dient als Polster zu darunterliegenden Strukturen, wie beispielsweise Muskel, Sehnen oder Knochen (1).

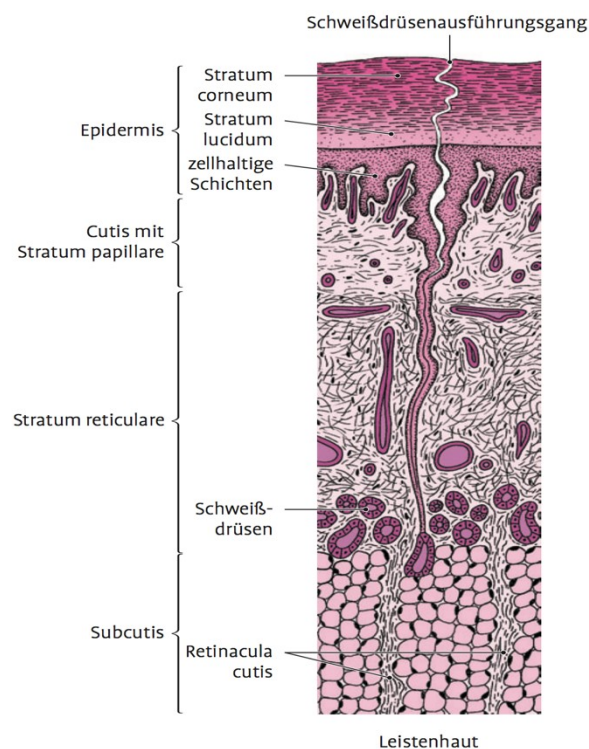


Abbildung 1: Aufbau der Haut (1)

3 Hautalterung

Die Hautalterung ist ein hoch komplexer Prozess, der bis heute noch nicht vollständig aufgeklärt ist. Das Interesse am Verständnis und an adäquaten Gegenmaßnahmen stehen jedoch wie nie zuvor im Fokus der Forschung. Die Lebenserwartung der Bevölkerung wird immer höher und der Wunsch nach gesunder, schöner, junger Haut besteht bei vielen Menschen bis ins hohe Alter (2–4).

Die Hautalterung ist ein multisystemischer, degenerativer Prozess, der die Haut selbst, ihre Anhangsgebilde, wie Haare, Nägel und Drüsen, aber auch die Subkutis betrifft (5). Die Alterung der Haut wird, genauso wie die Alterung des restlichen Organismus, nicht nur von der Zeit, sondern auch von bestimmten endogenen Faktoren und Mechanismen beeinflusst. Aufgrund ihrer besonderen Funktionen und Eigenschaften sollte man die Haut trotzdem getrennt vom restlichen Körper betrachten. Sie dient dem Körper als biologischer Schutzmantel und grenzt somit die Umwelt von den inneren Organen ab. Dadurch wird die Alterung der Haut nicht nur von den physiologischen, endogenen Vorgängen des Körpers selbst beeinflusst, sie ist auch ständig positiven und negativen Einflüssen der Umgebung ausgesetzt. Somit lassen sich die intrinsische, körpereigene und die extrinsische, umweltbedingte Hautalterung voneinander abgrenzen (3).

Morphologisch betrachtet kann man oft nicht zwischen beiden Formen der Hautalterung unterscheiden. Das liegt vor allem daran, dass beide Prozesse gleichzeitig ablaufen und sich gegenseitig beeinflussen (3,5). Die Kombination von intrinsischer und extrinsischer Faktoren führt am Ende zu dem typischen Erscheinungsbild gealterter Haut (6).

3.1 Molekulare Mechanismen

Intrinsische und extrinsische Hautalterung unterscheiden sich durch die auslösenden Faktoren (3,5), in der molekularen Endstrecke führen sie jedoch meist zu den gleichen Mechanismen (2,3). Zu diesen zählen vor allem die Bildung und Freisetzung von Sauerstoffradikalen, die Aktivierung von Matrixmetalloproteinasen (MMP), sowie genetische Veränderungen der mitochondrialen DNS.

3.1.1 Sauerstoffradikale

Für das Verständnis der Hautalterung sind freie Sauerstoffradikale (ROS – reactive oxygen species) ein zentraler Aspekt. Während des gesamten Lebens entstehen an Orten mit einem hohen Sauerstoffverbrauch, im Rahmen der Energiegewinnung, freie Sauerstoffradikale. Kommt es zu einer Akkumulation von ROS und zu einer Erschöpfung von körpereigenen

Schutzmechanismen, so reagieren die Radikale mit Zellbestandteilen und schädigen so DNS, Proteine, Lipide und andere Makromoleküle (3,7). Durch diese Oxidation werden vor allem die für die Hautstruktur wichtigen Kollagenfibrillen zerstört (8). Der Körper kann sich durch verschiedene, antioxidative Abwehrmechanismen gegen diese Sauerstoffradikale schützen und sie bis zu einem gewissen Grad sogar unschädlich machen (2,3).

Solche Sauerstoffradikale werden auch durch die direkte Wirkung von UV-Licht produziert. Durch UV-A-Strahlung wird die Bildung der Radikale ‚Singulett-Sauerstoff‘ und ‚Wasserstoffperoxid‘ induziert, durch UV-B-Strahlung vor allem das Hydroxyl-Radikal (8). Sie spielen somit bei der intrinsischen, als auch extrinsischen Hautalterung eine Rolle (3).

Oxidativer Stress ist zusätzlich für eine Aktivierung von Matrixmetalloproteinasen (MMPs) und einer Hemmung ihrer natürlichen Gegenspieler, ihren gewebespezifischen Inhibitoren (tissue specific inhibitors of matrix metalloproteinases, TIMPs), verantwortlich (8).

3.1.2 Matrixmetalloproteinasen MMP

MMPs werden direkt durch ROS oder indirekt durch UV-Strahlung und Transkriptionsfaktoren aktiviert und spielen eine große Rolle bei der Hautalterung. Sie sind eine Gruppe verschiedener Enzyme, die dermale Strukturproteine, wie Kollagene und Gelatine spalten und unwirksam machen. Durch diese Proteolyse der Kollagene entstehen viele der morphologisch typischen Veränderungen von gealterter Haut (3).

Da MMPs physiologisch im Körper vorkommen, gibt es Gegenspieler, die eine überschießende Proteolyse verhindern sollen; die ‚tissue specific inhibitors of matrix metalloproteinases‘ (TIMP). Auch diese Enzyme werden durch UV-Strahlung vermehrt produziert. Für die Hautalterung scheint schlussendlich ausschlaggebend zu sein, in welchen Verhältnis die TIMP zu den MMPs stehen (3).

3.1.3 Mitochondrien

Die Mitochondrien sind für die Energiebereitstellung zuständig. Die Energie wird in Form von ATP im Rahmen der Atmungskette und unter Verbrauch von Sauerstoff erzeugt. Damit sind Mitochondrien der Ort mit der höchsten Dichte an Sauerstoffradikalen. Es wurde gezeigt, dass die mitochondriale DNS (mtDNS) besonders häufig durch die freien Radikale geschädigt wird, was in weitere Folge zur einer Abnahme der Funktionsleistung

dieser Zellorganellen führt. Dieser Vorgang wird auch als mitochondriale Theorie des Alterns beschrieben (3,8).

Darüber hinaus wird die mtDNS zusätzlich durch UV-Strahlung und die Induktion von ROS nachhaltig geschädigt (8).

3.2 Intrinsicische Hautalterung

Intrinsicische Hautalterung bezieht sich auf die Auswirkungen von genetischen, hormonellen und biochemischen Einflüssen des Körpers im Laufe der Zeit (6). Sie ist die chronologische Hautalterung, die durch das Verstreichen der Zeit selbst abläuft (5). Es ist ein natürlicher Prozess und findet in jedem Lebewesen statt (3,9). Die morphologischen Veränderungen entstehen nicht innerhalb eines kurzen Zeitraums, sondern sind das Ergebnis von in Laufe von Jahren akkumulierten Gewebeveränderungen (5).

Intrinsicisch gealterte Haut lässt sich am besten an sonnengeschützten Arealen erkennen, da sie dort nicht von der extrinsicischen Lichtalterung überlagert ist. Solche Areale sind die Oberarm-Innenseite, wie auch die Steiß- und Gesäßregion (3,5).

Das Bild einer intrinsicisch gealterten Haut zeigt feine Falten und wirkt im Gesamten aufgelockert und dünn. Die Anzahl der Schweiß- und Talgdrüsen, sowie der Haarfollikel ist verringert. Die Haut schimmert silbrig glänzend, die Pigmentierung selbst ist jedoch unverändert. Durch die im Alter verringerte Durchblutung, erscheint sie blass. Außerdem ist sie empfindlicher gegenüber Zug- und Druckwirkungen und reist leichter ein. Die Regenerationsdauer entstandener Schäden ist zusätzlich verlängert (3).

Charakteristisch ist eine Atrophie der Epidermis, Dermis und Subkutis. Es kommt zu einem Verlust der Eigenelastizität, sowie zu einer Abnahme der metabolischen Aktivität. Innerhalb der Haut verlangsamt sich die Produktion von neuem Kollagen und Elastin. Abgestorbene Hautzellen der Hornschicht werden nicht mehr so schnell abgestoßen und regeneriert, was in einer Abnahme der Turn-Over-Rate der Korneozyten resultiert (5). Dieses Phänomen ist verantwortlich dafür, dass das Stratum corneum, im Gegensatz zu den anderen Schichten, nicht dünner, sondern dicker wird (3).

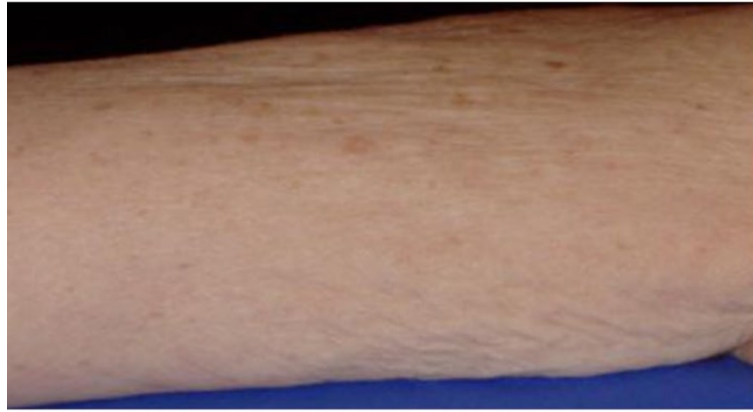


Abbildung 2: Intrinsisch gealterte Haut – Oberarm (10)

3.2.1 Genetische Faktoren

Einen zentralen Aspekt der intrinsischen Hautalterung spielt die genetische Veranlagung. Durch die Genomanalyse konnte in den letzten Jahren ein Fortschritt im Verständnis der Einflüsse von Genen auf die molekularen Mechanismen der Zellalterung erzielt werden. Man geht davon aus, dass das Genom bis zu 25% zur Lebenserwartung beiträgt. Somatische Mutationen der mitochondrialen und/oder der nukleären DNS spielen eine Rolle für Veränderungen der Haut (11). Mit den genetischen Vorgängen im Zusammenhang mit der Hautalterung haben sich besonders Fitzpatrick und Zoubulis befasst (11,12).

3.2.2 Hormonelle Faktoren

Nicht nur genetische Vorgaben und Veränderungen spielen eine Rolle bei der intrinsischen Hautalterung, sondern auch Hormone. Im Alter kommt es zum Absinken der Hormonspiegel im Blut und zu einer Veränderung in der Zusammensetzung des Hormon-Cocktails. Die Haut ist von diesen Änderungen aufgrund ihrer zahlreichen Hormonrezeptoren nicht unwesentlich betroffen (9).

Vor allem die Sexualhormone spielen eine zentrale Rolle in der Hautalterung. So kann man bei Frauen während des Klimakteriums aufgrund des fallenden Östrogenspiegels eine deutlich verminderte Hautfunktion und -struktur beobachten (9,13). Die Haut wird trockener, dünner, unelastisch, und der Gehalt an Kollagenfibrillen nimmt ab (14). Bei Männern trägt vor allem das im Alter auftretende Androgendefizit zur Hautalterung bei (7). Zusätzlich wirken sich sinkende Spiegel der Wachstumshormone GH und IGF-I auf den Hautzustand aus (9,13).

3.2.3 Hautunterstützende Strukturen

Abgesehen von Veränderungen der Epidermis und Dermis, sollte man auch die darunterliegenden Strukturen, wie Subkutis, Muskulatur, Knochen und Knorpel, welche die Haut stützen und ihr ihre Form verleihen, betrachten. Im Alter kommt es typischerweise zu einem Verlust von subkutanem Fettgewebe und zu einem Abbau von Knochensubstanz (5,14).

Die Knochendemineralisierung beginnt bereits im zweiten Dezenium und führt im Laufe des Lebens zu einem Abstumpfen der Gesichtszüge (5). Ausgelöst durch oxidativen Stress wird die Knochenhomöostase gestört. Der durch Osteoblasten gesteuerte Knochenaufbau ist reduziert, während die Anzahl an Osteoklasten und die Resorption der Knochenmatrix zunehmen. Im Mittelgesicht ist dieser Umbau am Eindrucksvollsten erkennbar. Durch den Verlust der Knochensubstanz im Oberkiefer, treten die Nasolabialfalten stärker hervor (14).

Veränderungen von Knorpel lassen sich am besten an der Nase beobachten. Hier wird keine Knorpelmasse abgebaut, jedoch kommt es zu einem Umbau der Knorpelarchitektur, mit einer darauffolgenden Veränderung der Nasenform (5).

Im höheren Alter verlieren die mimischen Gesichtsmuskeln ihre Stützkraft der Haut. Dies ist einerseits der geringeren Aktivität, andererseits dem Knochenabbau geschuldet. Während sie versuchen, einen Ruhetonus beizubehalten, entstehen durch wiederholte Gesichtsbewegung persistierende Falten, die früher nur bei Bewegung sichtbar waren (14).

In der Subkutis kommt es zu einer Reduktion der Fettzellengröße, zu einer verminderten Differenzierung, sowie zu einer gestörten Funktion der Adipozyten. Des Weiteren lässt sich eine Umverteilung von subkutanem Fettgewebe hin zu viszeralem Fett beobachten. Im Gesicht ist dieser Effekt am deutlichsten zu erkennen. Es beginnt mit einem Volumenverlust unter den Augen in den Tränenbögen, im Schläfen- und Wangenbereich, sowie auch im Unterkiefer. Zusätzlich treten die Nasolabialfalten prominenter hervor, Muskelansätze und markante Knochenpunkte werden durch die atrophe Subkutis erkennbar (5,14).

Die Folge der Kombination oben genannter Prozesse ist ein Erscheinungsbild, in dem die Haut über dem Körper zu hängen scheint. Ohne ein starkes Grundgerüst verliert die Haut ihre jugendliche Form und Fülle. Während das junge Gesicht noch von konvexen Lippen, einer markanten Kieferlinie und vollen Wangen geprägt ist, so zeigt das alternde Gesicht schmale Lippen, eingefallene Wangen und deutlich mehr Schatten (5).

3.3 Extrinsische Hautalterung

Die extrinsische Hautalterung ist jene Form des Alterungsprozesses die durch Umweltfaktoren ausgelöst wird. Die Wichtigste dieser exogenen Noxen ist das UV-Licht, weshalb man oftmals synonym von Lichtalterung spricht (3). Medizinisch gesehen ist dieser Begriff jedoch nicht korrekt, da auch andere Noxen, wie beispielsweise Abgase, Schwebestäube und Zigarettenrauch eine Rolle spielen (14).

Morphologische Veränderungen lassen sich am besten in stets Sonnenlicht-exponierten Arealen, wie dem Gesicht und an den Handrücken erkennen. Hier sind im hohen Alter die Folgen der ständigen UV-Exposition bereits so weit fortgeschritten, dass im Vergleich dazu die Folgen der intrinsischen Hautalterung vernachlässigbar klein erscheinen. Auch der Nacken, das Dekolleté, sowie die Unterarme können eindrucksvoll die Folgen der Lichtalterung zeigen (3).

3.3.1 Morphologie

Die ständige UV-Exposition führt zu einer Beschleunigung der Hautalterung. Sie ist gekennzeichnet durch feine und grobe Faltenbildung, eine fahle oder gelbliche Hautfarbe und einem ledrigen Erscheinungsbild (8,15). Es kommt zu Pigmentierungsstörungen, wie Lentigines, diffusen Hyperpigmentierungen und andererseits Hypopigmentierungen wie die Hypomelanosis guttata (15). Die Anzahl der Schweiß- und Talgdrüsen ist - wie bei der intrinsischen Hautalterung - vermindert, was zu einem trockenen und spröden Aussehen und mitunter zur Schuppung führt (3).



Abbildung 3: Extrinsisch gealterte Haut (2)

Histologisch erkennt man eine epidermale Ausdünnung und eine Desorganisation des dermalen Bindegewebes. Es kommt zu einem Verlust von Kollagenfibrillen und zu einer Ansammlung von unorganisiertem Elastin. Dies führt zu dem für lichtgealterte Haut typischen Erscheinungsbild der solaren Elastose (15). Durch den Verlust von Kollagenfibrillen und der Eigenelastizität, ist die Haut anfälliger für mechanische Belastungen, wodurch es häufiger zu Traumen und darauffolgender sternförmiger Narbenbildung (sog. ‚Cicatrix stellatum‘) kommt (3,8).

Weitere Veränderungen betreffen oberflächliche Kapillaren, welche zu Teleangiektasien führen (15).

3.3.1.1 Regionale Besonderheiten

Ein typisches Erscheinungsbild der Lichtalterung ist die ‚Cutis rhomboidalis nuchae‘ die durch langjährige Lichtexposition bei bestimmten Berufsgruppen wie Straßenarbeitern, Bauern oder Seeleuten im Nacken auftritt. Es kommt zu einer ledrigen, rautenförmigen Faltenbildung (3).

Im Bereich des Dekolletés ist die Faltenbildung weniger stark ausgeprägt. Die Haut ist jedoch stark verdickt und unelastisch. Bei der ‚Erythrosis interfollicularis colli‘, tritt subaurikulär und im Bereich des Dekolletés ein Erythem auf. Es ist scharf begrenzt und lediglich die Haarfollikel sind davon ausgespart. Diese irreversible Veränderung ist häufig mit Hyperpigmentierungen und Teleangiektasien vergesellschaftet (3).

Hände und Unterarme sind Prädilektionsstellen für vermehrte Pigmentbildung, was im Laufe der Zeit zu einer unregelmäßigen Hyperpigmentierung und dem Auftreten von sogenannten aktinischen Lentiginen (Altersflecken) führen kann (3).



Abbildung 4: Cutis rhomboidalis nuchae (16)



Abbildung 5: Erythrosis interfollicularis colli (3)

3.3.1.2 Atrophische Form

Die zuvor beschriebenen morphologischen Veränderungen sind Zeichen der typischen Verlaufsform der Lichtalterung. Darüber hinaus gibt es eine seltene Form der extrinsischen Hautalterung – die atrophische Hautalterung. Diese ist durch vermehrte Teleangiektasien gekennzeichnet, während die typische Faltenbildung vergleichsweise gering ausfällt (3). Die ausgedünnte Haut wirkt jedoch zigarettenpapierartig gefältelt (8). Man findet diese Form häufiger bei hellen Hauttypen (3).

3.3.2 Lichtalterung

Das Licht ist die wichtigste und einflussreichste exogene Noxe der extrinsischen Hautalterung. Daher spricht man oft auch synonym von Lichtalterung oder Photoaging. Der UV-Anteil des Lichts stellt den wichtigsten Faktor dar, während jedoch auch die Infrarotstrahlung, sowie bestimmte Spektren des sichtbaren Lichts, Einfluss auf die Hautalterung nehmen (3).

3.3.2.1 Ultraviolettes Licht

Die Exposition der Bevölkerung gegenüber UV-Strahlung hat in den letzten Jahren ständig zugenommen. Das liegt einerseits an der verdünnten Ozonschicht, andererseits am stetigen Wunsch nach gebräunter Haut. Daraus folgen Urlaubsreisen in südliche, sonnige Gebiete und der Weg ins Solarium. Dabei setzt man sich bewusst natürlicher und künstlicher UV-Strahlung aus (8).

Beim ultravioletten Licht unterscheidet man die Spektren UV-A mit einer Wellenlänge von 320 bis 400 nm, UV-B (280 bis 320nm), und UV-C (270-290nm). Die beiden

Erstgenannten spielen bei der Lichtalterung die zentrale Rolle während die UV-C-Strahlung größtenteils von der Ozonschicht gefiltert wird (3,15).

UV-A-Strahlung dringt aufgrund der Wellenlänge tiefer in das Gewebe ein und induziert in der Dermis die Freisetzung von Sauerstoffradikalen und eine Aktivierung von MMPs. Zusätzlich führt sie zu Mutationen der mitochondrialen DNS, was wiederum eine Freisetzung von ROS zur Folge hat (3).

UV-B-Strahlung dringt nicht in die Dermis ein, sondern wird bereits in der Epidermis von Keratinozyten absorbiert. Es kommt zur Induktion von Transkriptionsfaktoren, die über MMPs die Hautalterung beschleunigen (3).

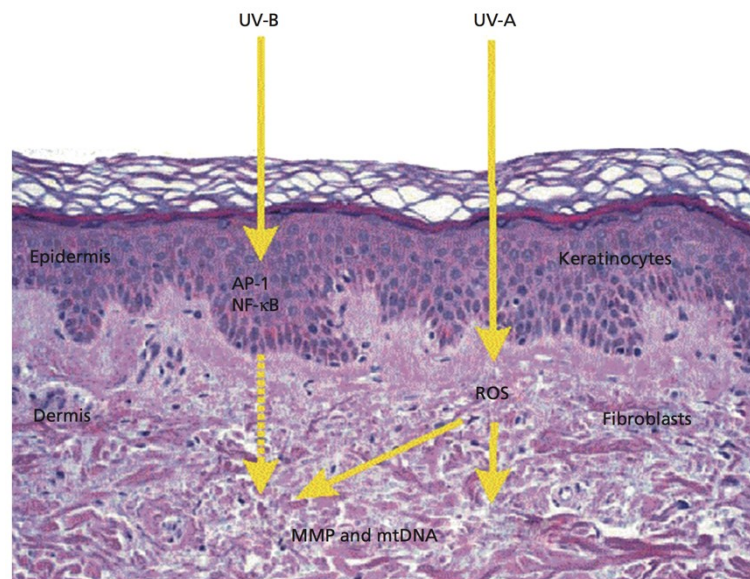


Abbildung 6: Einfluss der UV-Strahlung (15)

3.3.2.2 Infrarotstrahlung

Infrarot-A-Strahlung mit einer Wellenlänge von 770-1400nm beeinflusst - genauso wie auch UV-A- und UV-B-Strahlung - den Kollagenstoffwechsel über MMPs. So kommt es bei chronischer Infrarot-A-Bestrahlung zur Ausbildung von feinen und groben Falten. Da Infrarotlicht natürlich im Sonnenlicht vorkommt, sind selbst nach Filterung des UV-Anteils Folgen der Lichtalterung beobachtbar (17,18).

3.3.2.3 Sichtbares Licht

Der blaue Anteil des sichtbaren Lichts ist in der Lage, vor allem bei dunkleren Hauttypen, eine Pigmentierung der Haut zu induzieren. Diese Hyperpigmentierung lässt sich aber nicht mit der von UV-A- und UV-B-Strahlung induzierten Hyperpigmentierung vergleichen. Die genauen biologischen Prozesse sind hierbei noch nicht vollständig geklärt (17).

3.3.3 Weitere exogene Noxen

Auch wenn das UV-Licht die wichtigste exogene Noxe der extrinsischen Hautalterung darstellt, so gibt es zahlreiche weitere Umweltfaktoren, die Einfluss auf die Hautbeschaffenheit nehmen. Dazu gehört Tabakrauch, bodennahes Ozon und Schwebestaub (19). Letztlich ist jeder Stoff, der die Hautbarriere durchdringen kann und oxidativen Stress hervorruft, in einem gewissen Maß für die vorzeitige Hautalterung verantwortlich (3).

3.3.3.1 Tabakrauch

Es ist allgemein hin bekannt, dass Tabakrauch für die Gesundheit schädlich ist. Neben den Auswirkungen auf das Herz-Kreislauf-System und die Lunge, führt Tabakrauch auch zu einer stärker ausgeprägten Faltenbildung. Dieser Effekt ist unabhängig von Alter und gleichzeitiger UV-Exposition, und bereits in der jungen Bevölkerung nachweisbar (14,20). Molekularbiologisch ist dieser Prozess in einer Stimulation der MMP-Gene begründet. Zusätzlich hat Tabakrauch über die Induktion von ROS eine direkte negative Wirkung auf die Biosynthese von Kollagen, elastischen Fasern und Proteoglykanen (14,20).

Während prämenopausal Tabakrauch keine Auswirkung auf das Osteoporoserisiko hat, so führt er postmenopausal zu einer stärkeren Abnahme der Knochendichte als bei Nichtraucherinnen (21).

3.3.3.2 Schwebestaub & Stickstoffdioxid

Die Exposition gegenüber Schwebestaubpartikel, Rußpartikel und Stickstoffdioxid, welche in luftverschmutzten Regionen besonders hoch ist, trägt ebenfalls zur vorzeitigen Hautalterung bei. Diese Partikel führen vor allem zu einem vermehrten Auftreten von Pigmentflecken und Lentigines. Die Faltenbildung wird lediglich gering beeinflusst (14,17). Die Luftpartikel üben ihre schädlichen Wirkungen durch oxidativen Stress und die Induktion mitochondrialer Schäden aus (14).

3.3.3.3 Bodennahes Ozon

Bodennahes Ozon, ebenfalls Bestandteil verunreinigter Luft, führt zu einer Reduktion der im Stratum corneum natürlich vorkommenden Antioxidantien. Die Folge ist ein vermehrtes Vorkommen an ROS und wiederum eine beschleunigte Zellalterung und Faltenbildung (17).

Somit tragen sowohl feste, als auch gasförmige Bestandteile der Außenluft zur Hautalterung bei (3,17).

4 Prophylaxe der Hautalterung

Der Schutz gegen UV-A- und UV-B-Strahlung steht als prophylaktische Maßnahme gegen die extrinsische Hautalterung an erster Stelle. Darüber hinaus gibt es noch weitere Mittel und Methoden, die, richtig angewandt, die vorzeitige Zellalterung stoppen und teilweise bereits entstandene Folgen sogar rückgängig machen können. Dazu zählen unter anderem Antioxidantien als Radikalfänger, sowie Retinoide und Hormone. Aber auch die richtige Ernährung und ein allgemein gesunder Lebensstil tragen zu einem vitalen Erscheinungsbild der Haut bei. Besonders effektiv ist eine Kombination der angeführten Maßnahmen. Im Folgenden wird auf die verschiedenen Mittel und Methoden näher eingegangen.



Abbildung 7: Prophylaktische Maßnahmen gegen die Hautalterung

4.1 Sonnenschutz

Die Grundlage für einen wirksamen Schutz gegen die extrinsische Hautalterung, ist der Schutz gegen UV-A- und UV-B-Strahlung. Zu diesen Maßnahmen gehört das Meiden der Mittagssonne, entweder durch das Aufsuchen von schattigen Plätzen, oder auch durch das Tragen von langärmeliger, vorzugsweise UV-Schutzkleidung, sowie durch das Tragen von Sonnenhüten und –schirmen (13,22). Besondere Vorsicht ist in der Nähe von Gewässern, Sand und Schnee geboten, da diese Oberflächen die Sonnenstrahlen zur Haut zurück reflektieren (23). Des Weiteren empfiehlt es sich an unbedeckten Körperstellen Sonnencreme aufzutragen (13,22). In jedem Alter können dadurch Folgen der Photoalterung entgegengewirkt werden. Diese Maßnahmen sind am Wirksamsten, wenn bereits in der frühen Kindheit damit begonnen wird (8).

4.1.1 Sonnencreme

Moderner Sonnenschutz setzt an verschiedenen Angriffspunkten an. Zum einem befinden sich in Sonnencremes chemische und/oder physikalische UV-Filter, die das Eindringen der Strahlung zu verhindern mögen (13).

Als physikalischer Filter kommt zumeist Titandioxid oder Zinkoxid zur Anwendung (22). Diese Mikropartikel reflektieren die UV-Strahlung. Ein unerwünschter Effekt dieser Mikropigmente ist ihre Agglomeration, was einen Verlust der Wirkung nach sich zieht. Des Weiteren kann es bei der Anwendung zur unschönen Ausflockung der Bestandteile, zum sogenannten „Weißeln“ kommen (3).

Chemische UV-Filter können UV-Strahlung absorbieren und unschädlich machen. Dabei unterscheidet man, je nachdem in welchem Wellenlängenbereich die Moleküle aktiv sind, UV-A und UV-B-Filter, beziehungsweise kombinierte Filter. Bei chemischen Filtern liegt die Schwierigkeit darin, sie photostabil zu machen, um allergische und toxische Reaktionen zu vermeiden. Diese Problem erübrigt sich bei der Verwendung von neueren, organischen Filtern (3).

Heutzutage werden viele Lichtschutzpräparate mit verschiedensten Zusatzstoffen angereichert. So enthalten sie oft Radikalfänger, die das Gleichgewicht zwischen oxidativen und antioxidativen Substanzen halten (8,13). Zusätzlich müssen bei der Entwicklung neuer Präparate auch die schädlichen Wirkungen des sichtbaren Lichts, sowie des Infrarotspektrums beachtet werden (24). Aus diesem Grund empfiehlt sich eine Mischung an verschiedenen Antioxidantien, die gegen Infrarotstrahlung und Hitze schützen und die Reparaturmechanismen der Haut fördern (14).

Bei der Anwendung gilt, mindestens eine Sonnencreme mit Lichtschutzfaktor 30 zu verwenden und sich alle 2 Stunden beziehungsweise nach dem Schwimmen neu einzucremen (23).

Festzuhalten ist, dass nicht nur die strahlende Sonne, sondern auch das Tageslicht an bewölkten Tagen das UV-Strahlungsspektrum umfasst und somit der Lichtschutz an exponierten Körperstellen täglich angewandt werden sollte um die kumulative Wirkung der UV-Strahlung in Bezug auf die Hautalterung zu mindern.

4.2 Antioxidantien

Wie bereits erwähnt spielen ROS für die Hautalterung eine wichtige Rolle. Neben den zellulären, enzymatischen Abwehrmechanismen, wie der Katalase und Superoxiddismutase, welche mit zunehmenden Alter an Kapazität verlieren, tragen auch

nicht-enzymatische Stoffe zum Abbau der ROS bei; die sogenannten Antioxidantien. Sie reagieren mit den ROS, machen sie damit unschädlich und werden dabei selbst verbraucht (13). Die wichtigsten Vertreter dieser Gruppe sind neben den Vitaminen C, E und B3, die natürlichen Polyphenole, wie Flavonoide oder Procyanidine (3).

Daneben sind auch verschiedene pflanzliche Wirkstoffe, als potenzielle Radikalfänger, Gegenstand der Forschung (13).

4.2.1 Vitamine

Vitamin C hat neben seiner antioxidativen Wirkung einen stimulierenden Effekt auf den Kollagenstoffwechsel, führt zu einer Aufhellung von Hyperpigmentierungen und fördert die Ausdifferenzierung der Keratinozyten. Vitamin E, als Vertreter der fettlöslichen Vitamine, schützt die Kollagenfibrillen und die Zellmembran vor ROS-induziertem Abbau und blockiert ebenso ein Fortschreiten von Pigmentstörungen. Vitamin B3 stärkt DNS-Reparaturmechanismen und reduziert das Auftreten von aktinischen Keratosen und Hyperpigmentierungen (13). Außerdem schützt es topisch angewandt die Haut vor UV-bedingter Immunsuppression (25).

4.2.2 Natürliche Polyphenole

Weitere Vertreter der Antioxidantien sind natürliche Polyphenole, wie Flavonoide und Procyanidine. Diese kommen in Früchten, Gemüse, Rot- und Weißwein, sowie schwarzem und grünem Tee vor. Die wichtigsten Vertreter der botanischen Antioxidantien sind Teepolyphenole, Lycopin, Curcumin, Silymarin, Apigenin und Resveratrol (3).

4.3 Retinoide

Retinoide sind Derivate der Vitamin-A-Säure und stellen eine der größten Gruppen der Anti-Aging-Substanzen dar. Sie werden mit der Nahrung aufgenommen, können aber auch als Cremes und Salben topisch aufgetragen werden. Sie stimulieren das Zellwachstum, erhöhen die Turn-Over-Rate der Hautzellen und führen zu einer Induktion der Kollagensynthese. Zusätzlich kommt es zur einer Hemmung der MMPs (8,26). Bei einem Mangel an Retinoiden kommt es zu trockener Haut, Schleimhautveränderungen und zur Hyperkeratose (13).

4.4 Östradiol

Substituierte Hormone, hierbei vor allem Östradiol, können die im Klimakterium abfallenden Hormonspiegel abfangen und den diesen geschuldeten Hautveränderungen

entgegenwirken (13). Topisch angewandt, führt Östradiol zu einem Kollagenanstieg, einer Dickenzunahme der Hautschichten und einer Reorganisation der elastischen Fasern und damit zu einer besseren Eigenelastizität (13,27).

4.5 Aminosäure & Kupfer

Zusätzlich zu den oben erwähnten Mitteln werden Aminosäurepeptide als Anti-Aging-Strategie eingesetzt. Diese regen als Signalpeptide die Kollagenbiosynthese an und eliminieren ROS (13).

Im Gegensatz dazu, stimuliert Kupfer als Spurenelement die Fibroblasten, das Bindegewebe und wiederum die Kollagensynthese. Durch beide Stoffe kommt es zu einer geringeren Faltentiefe, einer gesteigerten Hautfeuchtigkeit und einer Dickenzunahme der Hautschichten (13).

4.6 Ernährung

Eine gesunde, ausgewogene Ernährung kann ebenso zu einem gesunden Hautbild beitragen. Ein wichtiger Aspekt dabei - im Zusammenhang mit der Hautalterung - ist ein stabiler Blutzuckerspiegel (14). Die Zufuhr von Zucker fördert die Vernetzung von Kollagenfasern durch einen Prozess, der als Glykation bekannt ist. Dieser Prozess induziert die Bildung von Gewebe zerstörenden Advanced Glycation Endproducts (AGEs) (28). Glykation und AGEs sind mit erhöhten freien Radikalen im Hautkollagen verbunden und beschleunigen so die Hautalterung (29).

AGEs entstehen zusätzlich bei der direkten Erhitzung von Lebensmittel, wie beim Grillen, Frittieren oder Rösten. Diäten, die Lebensmittel mit wenig AGEs bevorzugen, können eine positive Auswirkung auf die Gesundheit der Haut haben (14).

Zur Verbesserung der Hautstruktur ist es empfehlenswert, Antioxidantien mit der Nahrung aufzunehmen. In einer Studie konnte gezeigt werden, dass durch einen gesteigerten Konsum von Gemüse, Olivenöl und Hülsenfrüchten und einem Verzicht von Milchprodukten, Butter und zuckerhaltigen Produkten die Faltenbildung geringer ausfällt. Dieser Effekt ist auf den höheren Gehalt von antioxidativen Vitaminen und Phytochemikalien, und einer verminderten Zufuhr von gesättigten Fettsäuren und Zucker zurückzuführen (14,30).

Es empfiehlt sich ein Verzehr von Obst, Gemüse, Fisch, Nüssen, Hülsenfrüchten und Vollkornprodukten, sowie von einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Ein Verzicht von raffinierten Kohlenhydraten, Zucker, Butter, gesättigten Fettsäuren, frittierten

Lebensmittel und rotem, verarbeitetem Fleisch fördert ebenso eine gesunde jung aussehende Haut (14).

4.7 Training

Über die Wirkung von Sport auf die Hautalterung gibt es nur begrenzte wissenschaftliche Daten (14). Biopsien aus der sonnengeschützten Gesäßhaut zeigen, dass jene Personen, die häufig trainieren, ein signifikant dünneres, gesünderes Stratum corneum und einen erhöhten Kollagengehalt aufweisen (31).

Es ist empfehlenswert, mindestens 4 Stunden pro Woche zu trainieren, um eine gesunde Haut zu fördern. Radfahren, Laufen, Wandern, Konditionstraining und Aerobic sollten in Betracht gezogen werden, da sie zusätzlich eine schützende Wirkung auf Knochendichte, Muskelabbau und Muskelfunktion haben (14).

4.8 Schlaf

Man geht davon aus, dass es einen Zusammenhang zwischen einem gesunden Schlaf und gesunder Haut gibt. Die Haut von Personen mit schlechten Schlafmustern wirkt nicht nur älter, die Funktion der Hautbarriere ist ebenfalls herabgesetzt. Es kommt zu einem erhöhten transepidermalen Wasserverlust (32,33). Des Weiteren führt eine geringe Schlafqualität und Schlaffeffizienz bei älteren Menschen zu einer Abnahme der Muskelmasse und -funktion (34). Altersbedingte Schlafstörungen können anabole Stoffwechselprozesse hemmen und katabole Signalwege im Skelettmuskel verstärken. Es wird empfohlen, nachts einen guten Schlaf von acht Stunden zu bekommen, um die Barrierefunktion der Haut, Knochendichte, Muskelmasse und -funktion zu verbessern (14).

4.9 Stress

Chronischer Stress stimuliert das autonome Nervensystem, das Renin-Angiotensin-System und die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse. Werden diese Systeme permanent aktiviert, so führen sie auf Dauer zu chronischer Immundysfunktion, erhöhter Produktion von ROS und DNS-Schäden. Auf diesem Weg trägt Stress ebenfalls zur Alterung der Haut und anderer Gewebe bei (14,35).

Nach dem National Center for Complementary and Integrative Health können Mind-and-Body-Ansätze beim Stressmanagement helfen. Einige Beispiele für diese Ansätze sind: Achtsamkeitsmeditation, Yoga, Tai Chi, Qi Gong, progressive Entspannung, geführte Bilder, Biofeedback, Selbsthypnose und tiefe Atemübungen (36).

4.10 Zahnhygiene

Auch wenn es nicht offensichtlich erscheint, so spielt die Zahnhygiene auch bei der Hautalterung eine nicht unwesentliche Rolle. Die Zähne stützen das untere Drittel des Gesichts. Kommt es im höheren Alter zum Zahnverlust, so fehlt diese Stützstruktur und der Kieferknochen wird zunehmend resorbiert. Das Gesicht verliert an Höhe und das Unterkiefer tritt prominenter hervor (14). Zusammen mit dem Verlust des subkutanen Fettgewebes führt der Prozess zur Bildung von Falten und hohlen Wangen (37). Eine gute Mundhygiene und eine regelmäßige zahnärztliche Untersuchung sind der Schlüssel zur Vermeidung dieser Prozesse (14).

5 Hautverjüngung (Rejuvenation)

Die im vorigen Kapitel beschriebenen prophylaktischen Mittel und Maßnahmen stellen eine hervorragende Grundlage im Kampf gegen ästhetisch störende Veränderungen der Hautalterung. Zusätzlich sind im Laufe der Zeit auf dem Gebiet der ästhetischen Dermatologie verschiedene invasive und semi-invasive Methoden entwickelt worden, Hautveränderungen von sonnengeschädigter und/oder gealterter Haut effektiv und gezielt zu behandeln. Diese beinhalten folgende Therapieansätze (22):

- Minimalinvasive Verfahren
 - Chemische Peelings
 - Mechanische Peelings
 - Dermabrasion
 - Microneedling
 - Radiofrequenztherapie
- Botulinum Toxin und dermale Filler
- Phototherapie mit Licht bestimmter Wellenlängen beziehungsweise Laser

In der heutigen Zeit, wo der Anspruch in der Bevölkerung nach einem ästhetisch ansprechenden Aussehen stetig steigt, ist es notwendig ein individuell angepasstes Behandlungskonzept der Hautverjüngung zu entwickeln. Dieses richtet sich in erster Linie an die Wünsche der Betroffenen. Darüber hinaus ist es wichtig, die Beschaffenheit der Haut und Subkutis zu berücksichtigen, und eventuelle Kontraindikation gegenüber bestimmten Therapiemodalitäten zu evaluieren (38).

Oftmals ist eine Kombination von verschiedenen Behandlungsoptionen notwendig, um das von dem/der Kunden/Kundin gewünschte Ergebnis zu erzielen, und die Resultate zu maximieren (38).

Während die angeführten Mittel und Methoden grundsätzlich in jeder gewünschten Körperregion angewandt werden können, so konzentrieren sich die folgenden Kapitel auf die Anwendung im Gesicht. Diese Region wird am häufigsten behandelt, wobei das Dekolleté, sowie der Nacken- und Halsbereich ebenfalls beliebte Areale für Hautverjüngungsmaßnahmen darstellen.

5.1 Chemische Peelings

Schälkuren gehören zu den ältesten und am weitesten verbreiteten ästhetischen Verfahren der Hautverjüngung.⁵ Mehr als 50 verschiedene Peeling-Präparate sind derzeit auf dem europäischen Markt erhältlich (39).

Chemische Peelings sind Verfahren, die durch topische Säureanwendung eine Ablation definierter Hautschichten bewirken. Im Laufe der Tage nach der Behandlung werden die abgestorbenen Hautzellen eliminiert, und die Reparaturmechanismen der Epidermis und Dermis aktiviert. Es kommt zusätzlich durch Freisetzung von Entzündungsmediatoren zur Kollagen-Neogenese. Auch die Feuchtigkeitsbindungsfähigkeit der Haut wird verbessert. Durch diese Prozesse wird eine gleichmäßige und straffe Hautstruktur erreicht (39,40).

Vorteile von chemischen Peelings gegenüber anderen Verfahren der Hautverjüngung sind, dass sie leicht durchzuführen und kostengünstig sind, sowie eine relativ kurze Erholungszeit nach sich ziehen (41).



Abbildung 8: Klinischer Effekt eines LHA-Peelings nach vier Anwendungen (39)

⁵ Die früheste Verwendung von chemischen Ätzmitteln als Peeling-Verfahren wurde bereits 1550 v. Chr. in der ägyptischen Medizin im Ebers-Papyrus beschrieben. Berichte finden sich auch in der antiken griechischen und römischen Literatur (39).

5.1.1 Klassifikation

Chemische Peeling-Substanzen werden in drei Klassen, basierend auf ihrer Wirkungstiefe, eingeteilt (40):

- Oberflächliche Peelings, die nur die epidermalen Schichten abschälen⁶
- Mitteltiefe Peelings, welche dermale Schichten bis zur papillären Dermis abschälen
- Tiefe Peelings, deren Wirkung bis in die retikuläre Dermis reicht

Dabei hängt die Eindringtiefe der Peelings von folgenden Faktoren ab (3,39,40):

- Verwendete Substanz
- Konzentration
- pH-Wert der Lösung
- Zeitpunkt des Auftragens
- Einwirkzeit
- Auftragungstechnik
- Hautzustand

Oberflächliche Peelings werden meistens, um das gewünschte Resultat zu erzielen, wiederholt (4-6 Mal) mit regelmäßigen Pausen von 2-4 Wochen zwischen den Anwendungen durchgeführt. Tiefere Peelings erfolgen in der Regel nur einmal (39).

Als Beispiel sei erwähnt, dass Trichloressigsäure, je nachdem in welcher Konzentration verwendet, sowohl als oberflächliches, mitteltiefes und tiefes Peeling eingesetzt werden kann. Darüber hinaus können Kombinationen von Substanzen, die jeweils als oberflächliche Peelings wirken, zusammen als Peeling mittlerer Tiefe verwendet werden (39).

5.1.2 Anwendung

Die Anwendungstechnik der chemischen Peelings unterscheidet sich aufgrund der verwendeten Chemikalie und deren Konzentration. Die meisten Verfahren folgen jedoch einer typischen Abfolge von Schritten (39):

Vorbereitung (Grundierung)

Die Notwendigkeit einer gründlichen Vorbehandlungsphase darf man nicht unterschätzen. Diese beeinflusst das endgültige Behandlungsergebnis, als auch die Komplikationsrate

⁶ Manche Autoren unterteilen die erste Kategorie in sehr oberflächliche Peelings (Exfoliation) und oberflächliche (epidermale) Peelings.

(41). Die Phase dient dazu, die Haut auf das Peeling selbst und auf die nachfolgende Regeneration vorzubereiten (39).

Mit Hilfe einer milden Peelingsubstanz wird im Vorfeld der Behandlung der Fettgehalt und der pH-Wert der Haut gesenkt und eine Verdünnung des Stratum corneums erreicht. Dadurch dringt das eigentliche Peeling gleichmäßiger in die Haut ein, wodurch ein homogenes Resultat erzielt wird. Zusätzlich wird durch diese Vorbereitung der postoperative Heilungsprozess beschleunigt (3).

In der Vorbereitungsphase sollte ebenfalls großzügig Sonnencreme aufgetragen werden, um die Melanogenese zu hemmen und so einer eventuell postoperativ auftretenden Hyperpigmentierung vorzubeugen (39).

Einleitung

Direkt vor dem Peeling wird die Haut gereinigt und mit Alkohol oder Azeton von jeglichen Fetten und Ölen, überschüssigen Korneozyten und anderen Ablagerungen befreit (39,41).

Behandlung

Das Peeling wird dann mittels Kompressen, Baumwolle, einem Applikator oder einer Bürste gleichmäßig aufgetragen. Nach einer gewissen Einwirkzeit, abhängig von der verwendeten Substanz und der gewünschten Tiefe, wird das Peeling mittels Wasser oder Natriumbikarbonat neutralisiert (39).

Die Behandlung betrifft entweder das gesamte Gesicht, oder nur bestimmte Regionen. Für letzteren Fall wird es in ästhetische Einheiten (Oberlippe, beide Wangen, Stirn, Unterkiefer, Nase) unterteilt. Es ist notwendig, jede Einheit vollständig zu behandeln um sichtbare Demarkationslinien zu vermeiden (39,42,43).

Nachbehandlung

Nach einem rein oberflächlichen Peeling genügt es, die Haut feucht zu halten. Bei tiefer eindringenden Peelings sollte man die Haut bei ihrer Heilung mittels Feuchtigkeitscremes unterstützen. Je nach Bedarf können Bandagen nützlich sein. Eine Kontrolle der behandelten Stellen sollte täglich erfolgen. Darüber hinaus wird bei jeglicher Form des Peelings ein adäquater Sonnenschutz über mehrere Wochen empfohlen um Hyperpigmentierungen zu vermeiden (39).

5.1.3 Histologische Veränderungen

Die drei Klassen der chemischen Peelings führen aufgrund ihrer unterschiedlichen Eindringtiefe zu verschiedenen histologischen Veränderungen der Haut. Gemeinsam ist

ihnen, dass alle eine Entzündungsreaktion hervorrufen, die wiederum einen Heilungsprozess induziert (39).

Die Regeneration der Haut beim oberflächlichen Peeling erfolgt durch eine Vermehrung der Keratinozyten. In der Dermis kommt es durch Zytokine zur Aktivierungen von Fibroblasten, welche Kollagen Typ 1 und 4, sowie Elastin produzieren (39).

Bei mittleren und tiefen Peelings geht die Regeneration von den tieferliegenden Zellen der Haarfollikel aus. Es werden wiederum neue epidermale Schichten gebildet und die Kollagenbildung stimuliert (39).

Die Produktion neuer Kollagenbündel und Grundsubstanz ist für die Regeneration und das gewünschte Erscheinungsbild der Haut sehr wichtig. Nach der Regenerationszeit ist zu erkennen, dass im Vergleich zu unbehandelten Zonen, die epidermale Architektur zum Normalzustand zurückgekehrt ist. Die Epidermis ist glatt und die Hornschicht dünn. Die Verzahnung der dermalen Papillen mit der Epidermis ist wieder ausreichend gegeben. Melanozyten sind gleichmäßig verteilt und die Basalzellen weisen homogen verteilte Melaninkörner auf. Die eventuell vor dem Peeling vorhandenen Lentigenes oder aktinischen Keratosen sind nicht mehr zu erkennen. In der Dermis entsteht eine neue sub-epidermale Bande, bestehend aus dicht gepackten Kollagenbündeln, die parallel zur Hautoberfläche laufen. Elastische Fasern bilden ein feines Netzwerk, oft parallel laufend zu denen von Kollagen (39).

5.1.4 Peeling-Substanzen

Im Folgenden sollen die verwendeten Peeling-Substanzen näher beleuchtet werden. Tabelle 1 gibt ein Überblick über die Klassen und Chemikalien.

Tabelle 1: Chemische Peelingsubstanzen

Oberflächliches Peeling	Mitteltiefes Peeling	Tiefes Peeling
Alpha-Hydroxysäure	Trichloressigsäure	Trichloressigsäure
Beta-Hydroxysäure		Phenol
Lipo-Hydroxysäure		
Jessner´sche Lösung		
Trichloressigsäure		

5.1.4.1 Alpha-Hydroxysäure

Für oberflächliche Peelings werden Alpha-Hydroxysäuren (AHA), vor allem Glykolsäure verwendet. Diese sind sogenannte Fruchtsäure-Peelings (3). Es werden Lösungen mit Konzentrationen zwischen 25% und 70% und einem pH-Wert zwischen 1 und 3 genutzt (39). Bei wiederholten Sitzungen werden die Konzentration und Einwirkzeit, in Abhängigkeit von der Toleranz und dem gewünschten Ergebnis, stetig erhöht (42). AHAs eignen sich gut, um feinere Falten und Hyperpigmentierungen zu behandeln (3). Weitere Vertreter dieser Gruppe sind Milchsäure und Zitronensäure (40).

5.1.4.2 Beta-Hydroxysäure

Salicylsäure als Vertreter der Beta-Hydroxysäuren (BHA) wurde früher häufig als oberflächliches Peeling verwendet, ist aber seit Entwicklung der AHAs in den Hintergrund getreten. Heutzutage verwendet man lipophile Derivate der Salicylsäure, sogenannte Lipo-Hydroxysäuren (LHA). LHAs sind besonders beliebt bei der Behandlung von Komedonen, da ihre Fettlöslichkeit eine bessere Penetration zu den Talgdrüsen bewirkt (40). Außerdem sind sie in der Anwendung leichter handzuhaben, da die vorausgehende Reinigung nicht so gründlich sein muss und es keiner Neutralisation bedarf (3).

5.1.4.3 Jessner'sche Lösung

Die Jessner'sche Lösung mischt Salicylsäure und Milchsäure mit Ethanol und Resorcin und wird als oberflächliche Peeling-Lösung angewandt (44). Man kann sie außerdem mit 35%iger TCA (siehe unten) kombinieren, um ein mitteltiefes Peeling zu erreichen (39). Die Jessner'sche Lösung wird vor allem für die Behandlung von aktinischen Hautschädigungen, Lentiginen und Melasma verwendet (40).

5.1.4.4 Trichloressigsäure

Die Eindringtiefe von Trichloressigsäure (TCA) hängt von ihrer Konzentration und der Applikationsdauer ab. Zwischen 10% und 30% wirkt sie nur oberflächlich. Ab einer Konzentration von 30% wirkt sie als mitteltiefes Peeling. Üblicherweise wird bei einer Behandlung des gesamten Gesichts eine Konzentration von 50% nicht überschritten (39). Einzelne, tiefe Akne-Narben können jedoch mit einer punktuellen Anwendung von 90-100%iger TCA behandelt werden (40).

Bei der Anwendung von TCA-Peelings muss in der Vorbereitung eine depigmentierende Rezeptur über mindestens zwei Wochen aufgetragen und eine antivirale Therapie über fünf Tage erfolgen. Bei der Nachbehandlung ist zusätzlich eine Antibiotika-haltige Creme

notwendig (3). Die Resultate eines TCA-Peelings sind stark abhängig von der Erfahrung der Anwender (39).

5.1.4.5 Phenol

Phenol wird in verschiedenen Lösungen verwendet und für tiefe Peelings eingesetzt. Die Anwendung ist sehr schmerzhaft und erfordert deshalb eine Vollnarkose und einen stationären Aufenthalt. Des Weiteren können kardiale Arrhythmien ausgelöst werden. Aufgrund dieser Eigenschaften wird Phenol heutzutage nur noch selten verwendet (39).

5.2 Mechanische Peelings

Mechanische Peelings („Rubbel-Peelings“) sind im Vergleich zu chemischen Peelings mit weniger Nebenwirkungen und Risiken verbunden. Außerdem sind sie einfacher handzuhaben, wodurch sie selbstständig angewandt werden können. Es kommt zu einer physikalischen Ablation oberster Hautschichten. Mechanische Peelings umfassen leicht abrasive Frottierwaschlappen, Bürsten und Luffas. Durch das Reiben senkrecht zur Faltenrichtung werden kleine Falten minimiert und die Oberfläche geglättet. Aluminiumoxid-Kristalle als zusätzliche Reinigungskörner können effektiv sein (45).

Zu vermeiden sind Peelings mit Aprikosen-, Mandel-, oder Walnussschalen und Bimsstein. Diese Partikel sind unregelmäßig geformt und besitzen scharfe Kanten, was zu einem ungleichmäßigen Ergebnis führen, beziehungsweise auch die Haut verletzen kann (45).

Wachshaltige Cremes gehören ebenfalls zu den mechanischen Peelings. Sie heften an oberflächlichen Zellen der Haut, Umweltpartikel und diversen Hautrückständen und entfernen diese nach Abwaschen der Creme (45).

5.3 Dermabrasion

Dermabrasion ist ein ebenfalls mechanisches Verfahren der Hautverjüngung. Hierbei werden verschiedene Modalitäten verwendet um die Haut abzuschleifen. Es kommen Dreheinheiten mit Drahtbürstenspitzen, Diamantfräsen oder auch steriles Schleifpapier zur Anwendung. Für die punktuelle Anwendung ist meist eine lokale Betäubung ausreichend, während bei Vollgesichtsverfahren eine orale oder intramuskuläre Sedierung notwendig wird (40).

Die Behandlung erfordert viel Übung und eine genaue Einschätzung der Hautdicke und Hautstruktur, um nicht übermäßig viel Gewebe zu entfernen. Fehler in der Behandlung können zu unschönen Demarkationslinien und reaktiver Narbenbildung führen (46).

Oberflächlich angewandt können Pigmentstörungen, Komedonen und oberflächliche Furchen behandelt werden. Tiefer eindringende Verfahren können zusätzlich Narbengewebe, posttraumatisch oder chirurgisch bedingt, sowie ein Rhinophym zuverlässig therapieren (40,46).

Postoperativ ist die strikte Versorgung der Haut einschließlich antiviraler Medikamente, Essigsäurespülungen und Vaseline unerlässlich, um Infektionen und Narbenbildung zu verhindern (40).

5.4 Microneedling

Microneedling, auch perkutane Kollageninduktion (PCI) genannt, ist ein weiteres minimal-invasives Verfahren der Hautverjüngung. Mittels feinen Nadeln wird die Epidermis punktiert (47). Die dadurch entstehenden Wunden stimulieren die Freisetzung von Wachstumsfaktoren und induzieren die Kollagen- und Elastinproduktion (48). Ein Vorteil dieser Methode gegenüber ablativen Behandlungen ist, dass die Epidermis intakt bleibt und ihre Struktur beibehält. Dadurch minimiert sich das Auftreten von unerwünschten Nebenwirkungen, wie Pigmentverschiebungen (38).

Moderne Microneedling-Systeme besitzen mehrere feine Nadeln, üblicherweise zwischen 0,5 und 3mm lang, welche auf einem Zylinder angeordnet sind. Dieser wird über die Haut gerollt und verursacht so zahlreiche Einstiche in der Epidermis und je nach Länge auch in der papillären Dermis (47). Das Ergebnis ist von der Anwendertechnik und von der verwendeten Nadellänge abhängig. Während 3mm lange Nadeln die deutlicheren Resultate liefern, sind diese andererseits sehr schmerzhaft und erfordern oftmals eine Anästhesie (38). Die Anwendungsgebiete des Microneedlings beinhalten neben der Hautverjüngung auch die Behandlung von Akne vulgaris, Narben und Dyspigmentierungen (47).

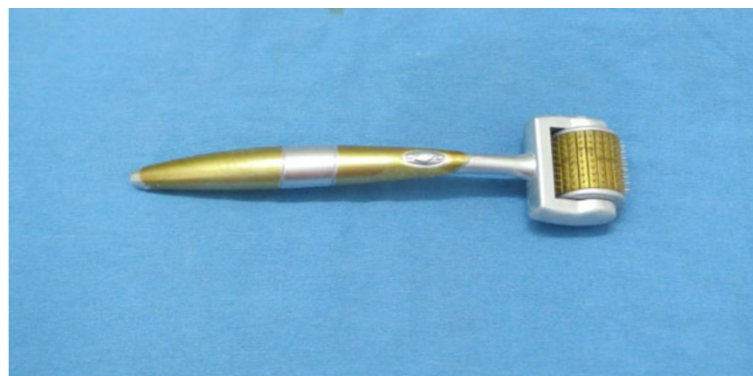


Abbildung 9: Microneedling-Roller (49)

5.5 Radiofrequenztherapie

Die Radiofrequenztherapie ist ebenfalls eine Methode der Hautverjüngung die mittels thermischer Wirkung alte Kollagenfasern denaturiert und die Kollagenneubildung induziert (50). Hierbei wird mittels Radiostrahlung in einem Frequenzbereich von 30 MHz bis 300 GHz im Wellenlängenbereich von 1mm bis 10m, ähnlich wie Mikrowellen, gearbeitet. Die derzeit in Verwendung stehenden Systeme sind nicht ablativ. Die Wellen passieren die obersten Hautschichten, ohne diese zu erhitzen und führen nur in tieferen Strukturen zu den gewünschten thermischen Effekten. Die dabei entstehende Temperatur ist im Vergleich zu Lasern geringer, die Penetration der Haut jedoch größer. Dadurch kann es zur Erhitzung der Subkutis und zum sichtbaren, unerwünschten Abbau von Fettgewebe kommen (51).

5.6 Dermale Filler

Dermale Füllmaterialien wurden entwickelt, um sowohl die Atrophie der Subkutis, die mit dem Altern einhergeht, als auch tiefe und oberflächliche, nicht Mimik-bedingte Falten auszugleichen (38,52). In Europa sind derzeit über 160 verschiedene Füllsubstanzen erhältlich, wobei lediglich ein geringer Prozentsatz davon ausreichend in Studien auf Verträglichkeit und Wirksamkeit getestet ist. Man sollte daher auf die wenigen Substanzen zurückgreifen, deren Sicherheit und Wirksamkeit belegt sind (38). Filler werden nach ihrer Quelle zwischen autolog, allogenen, xenogenen und synthetisch unterschieden:

Tabelle 2: Dermale Füllmaterialien

Autolog	Allogen	Xenogen	Synthetisch
Eigenfett	humanes	Rinderkollagen	Silikon
Autologes Plasma	Spendergewebe	Schweinekollagen	Polymethylmethacrylat
Autologes Kollagen	humane Fibroblastenkulturen	Produkte bakterieller Fermentation	Hydroxylapatit Carboxylzellulose Poly-L-Milchsäure Hyaluronsäure

Wichtig ist, dass bestimmte Füllmaterialien permanent sind und vom Körper nicht abgebaut werden. Andere wiederum, vor allem biologische Füllstoffe, werden mit der Zeit resorbiert und erfordern deshalb wiederholte Behandlungen (52). Zu empfehlen sind trotzdem Letztere, da diese ein geringeres Risiko an permanenten, sowie an vorübergehenden Nebenwirkungen bergen (38).

5.6.1 ausgewählte Füllmaterialien

Die verschiedenen Füllstoffe unterscheiden sich aufgrund ihres Anwendungsgebiets, der Wirkungsdauer und ihren Nebenwirkungen. Manche von ihnen können dermal, subkutan, und/oder supraperiostal injiziert werden. Eine genaue Kenntnis über die verschiedenen Wirkstoffe und ihre bevorzugten Anwendungsgebiete ist daher für ein zufriedenstellendes Resultat unerlässlich (38).

Ein autologer Füllstoff, der seit vielen Jahren verwendet wird, ist Eigenfett, das von dem/der Patienten/Patientin gewonnen wird und nach Filtration und Reinigung im gewünschten Areal reinjiziert wird. Die Dauer des Nutzen ist sehr variabel (38). Autologes Fettgewebe eignet sich am besten für den tiefen Volumenersatz des Gesichts beziehungsweise für regional begrenzte Bereiche der Fettgewebeatrophie (52).

In den letzten Jahren treten Derivate der Hyaluronsäure (HA) als Filler immer weiter hervor. Diese werden durch bakterielle Fermentation und nachfolgender Stabilisierung hergestellt. Hauptanwendungsgebiete sind Lippenaugmentationen, die Korrektur von Nasolabialfalten, sowie die Glättung periorbitaler Falten. Die Wirkungsdauer beträgt zwischen 6 und 12 Monaten, abhängig vom Füllstoff, Injektionstiefe und Hautbeschaffenheit (38,52).

Poly-L-Milchsäure wird als verdünnte Suspension injiziert und verteilt sich in Dermis und Subkutis. Dadurch werden Fibroblasten aktiviert und Kollagen aufgebaut. Es wird zur Korrektur von allgemeinem Volumenverlust im Gesicht eingesetzt. Eine häufige Nebenwirkung ist die periorale und periorbitale Knötchenbildung (Fremdkörpergranulome), weshalb in diesen Arealen auf Poly-L-Milchsäure verzichtet werden soll (52).



Abbildung 10: Patientin vor (a) und nach (b) Hyaluronsäure-Injektion (40)

5.6.2 3-dimensionaler Ansatz

Einzelne Falten und regionale Atrophien lassen sich sehr gut mit dermalen Fillern behandeln, zusätzlich gibt es aber auch den Ansatz, den gesamten Volumenverlust des alternden Gesichts auszugleichen. Hierbei bedient man sich den anatomischen Strukturen des Gesichts und baut von diesen her Volumen auf. Dafür ist es notwendig, die Substanzen supraperiostal zu injizieren (53). Die Augmentation wird bei dieser Behandlungsmethode meistens am Jochbein begonnen. Von dieser Stelle aus werden, je nach Hebeeffekt, Tränenrinne, Nasolabialfalten, die Temporalregion und die periorbitale Region behandelt. So wird ein in sich stimmiges Ergebnis gewährleistet, ohne eine Asymmetrie beziehungsweise unnatürliche Proportion zu verursachen (38).

Besonders in der periorbitalen Region ist Vorsicht geboten, da es hier häufig zu Komplikationen aufgrund zu hoher Mengen kommen kann. Generell ist es empfehlenswert, zuerst mit weniger Material zu arbeiten und danach das Ergebnis auf Natürlichkeit und Symmetrie zu prüfen. Man sollte die Patienten/Innen grimmassieren lassen, um das Resultat genau zu begutachten. Anschließend kann bei Bedarf nachgebessert werden, oder in einer zweiten Sitzung die Menge erhöht werden (38).

5.7 Botulinum Toxin (BTX)

Botulinum Toxin, im gängigen Sprachgebrauch nach dem ersten auf den Markt gekommenen Produkt auch Botox genannt, ist wohl das bekannteste Mittel, Falten im Gesicht zu behandeln. Die erste medizinische Verwendung geht bis in die 1970er Jahre zurück. Damals wurde es eingesetzt, um einer Überaktivität periokulärer Muskeln entgegenzuwirken. Anschließend wurde es für eine Vielzahl von therapeutischen und ästhetischen Anwendungsgebiete untersucht (52).

Die Wirkung von Botox beruht auf einer Hemmung der Acetylcholinfreisetzung an der neuromuskulären Endplatte. Dadurch kommt es zu einer lokalen Muskelrelaxation. Da viele Gesichtsfalten durch darunterliegende kontraktile Muskeln aufgeworfen werden, führt diese reversible Hemmung zu einer Entspannung und Glättung des Gesichts (3,38).

In der klinischen Anwendung unterscheidet man zwei Hauptserotypen des Botulinum Toxins: Typ A (BTX-A) kommt meistens, aufgrund der deutlich längeren Wirkdauer als Typ B, in der Praxis zur Anwendung. Typ B (BTX-B) wird fast ausschließlich bei Patienten/Innen mit Unverträglichkeit gegenüber BTX-A verwendet. Die Wirkdauer von BTX-A beträgt etwa vier bis sechs Monate (52).

BTX-A kann für die Straffung von horizontalen Stirnlinien, vertikalen Stirnlinien, supra-, peri-, und infraorbitalen Linien, Glabellafalten, paranasalen und perioralen Falten verwendet werden. Des Weiteren sind vertikale Fältchen über der Oberlippe und melomentale Falten, welche ein Abknicken der Mundwinkel nach unten erzeugen, Anwendungsgebiete (52). Vertikale Nackenbänder, die durch platysmale Muskelaktivitäten erzeugt werden, können ebenfalls durch den Einsatz von BTX-A reduziert werden (54).

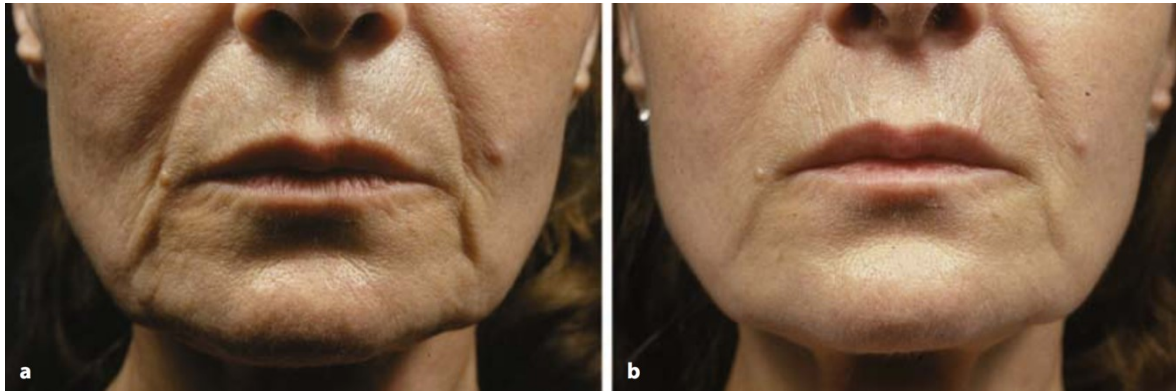


Abbildung 11: Oberlippenfältchen und Marionettenfalten (a), zwei Wochen nach BTX-Injektion (b) (3)

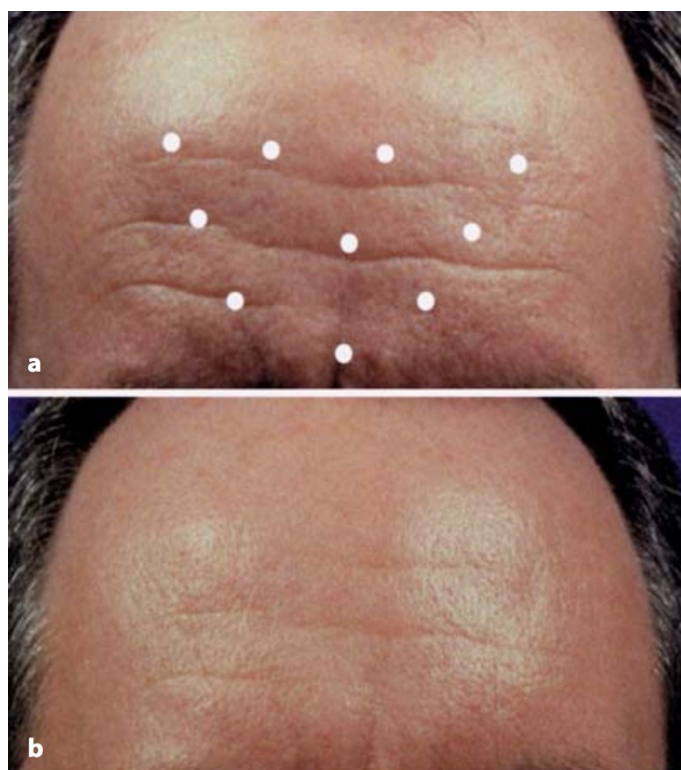


Abbildung 12: Injektionsschema horizontale Stirnfalten (a), zwei Wochen nach Injektion (b) (3)

Nebenwirkungen von BTX-A treten bei den verwendeten Dosen meist lediglich lokal auf. Zu ihnen zählen Blutergüsse, sowie eine Ptose von Augenbrauen oder Augenlid. In

selteneren Fällen kann es zu einer Gesichtsschwäche oder einer Asymmetrie des Lächelns kommen (55). Ursache ist meist eine unfachgemäße Anwendung. Die Nebenwirkungen sind in der Regel vorübergehend, können für die Patienten/Innen aber psychisch sehr belastend sein (52).

Oftmals bietet es sich an, Botox mit ablativen Verfahren, wie fraktionierten Lasern zu kombinieren. Durch die gezielte Injektion von verdünnten Botox-Lösungen können deren Langzeitergebnisse verbessert werden (56).

6 Laser-Resurfacing

Ein weiteres Verfahren der Hautverjüngung, welches eine immer größere Rolle in der Behandlung von Falten, sowie diversen anderen Alterserscheinungen der Haut einnimmt, ist das Laser-Resurfacing.

Laser funktionieren, indem sie die oberen Schichten der Haut entfernen und genauso wie Peelings einen Regenerationsprozess hervorrufen (51). Es kommt zu einer Stimulation der Kollagenproduktion und so zu einer glatteren, gesünder und jünger aussehenden Haut (57). Laser sind des Weiteren bis zu einem gewissen Grad in der Lage, das Erscheinungsbild von Lentigines, Rhytiden und Dyspigmentierungen zu verbessern. Außerdem können sie traumatische, chirurgische und Akne bedingte Narben verbessern (51).

Die in der Praxis verwendeten Laser werden in 4 Kategorien eingeteilt: ablative Laser und nicht-ablative Laser, die wiederum in fraktionierte Technologien und unfraktionierte Technologien unterteilt werden (51).

Nicht-ablative Laser haben den Vorteil, dass sie schonender zur Haut sind und eine kürzere Regenerationsdauer erfordern. Die Hautoberfläche bleibt intakt. Sie sind dazu geeignet kleinere Falten, milde Dyspigmentierungen zu behandeln, sowie Textur und Tonus der Haut zu verbessern (51).

Ablative Laser gelten als leistungsfähiger und effektiver in der Behandlung. Sie sind aggressiver als nicht-ablative Laser und führen zu einem längeren und komplizierteren Heilungsprozess. Auch das Auftreten von Nebenwirkungen ist erhöht. Im Allgemeinen erzielen diese Laser die deutlicheren Resultate (51).

Je nachdem, welches Ergebnis der/die Patient/Patientin wünscht, muss, unter Berücksichtigung von Hautbeschaffenheit und möglichen Risiken, der richtige Laser gefunden werden (51).

6.1 Unterschied fraktioniert & nicht fraktioniert

Das Konzept des fraktionierten Resurfacing wurde entwickelt, um die Effektivität von ablativen Lasern mit den geringeren Nebenwirkungen von nicht-ablativen Laser-Verfahren zu kombinieren. Fraktionierte Laser erzeugen mikroskopisch kleine, thermische Wunden mit dazwischen ausgesparten Arealen. Es wird somit der Lichteffekt des Lasers auf der Haut in einem mikroskopischen Rastermuster verteilt (46). Damit ist es möglich ein räumlich regelmäßiges Muster von Säulen an kleinsten Gewebeverletzungen über die behandelte Region hinweg zu erzeugen. Diese Säulen werden auch als MTZ –

mikroskopische Behandlungszonen – bezeichnet. Die einzelnen Säulen haben einen Durchmesser von 1mm oder weniger. Dadurch bleibt die Struktur und Regenerationsfähigkeit der Epidermis intakt (58). Im Vergleich zu unfraktionierten Lasern sind sie damit schonender zu Haut, der Heilungsprozess wird verkürzt und das Risiko an Komplikationen reduziert (51).

Dieses Konzept der fraktionierten Emission von Licht steht im Gegensatz zu traditionellen ablativen Resurfacing-Verfahren, wo ein kontinuierlicher Strahl eine gleichmäßige konfluierende Gewebeverletzung induziert (59).

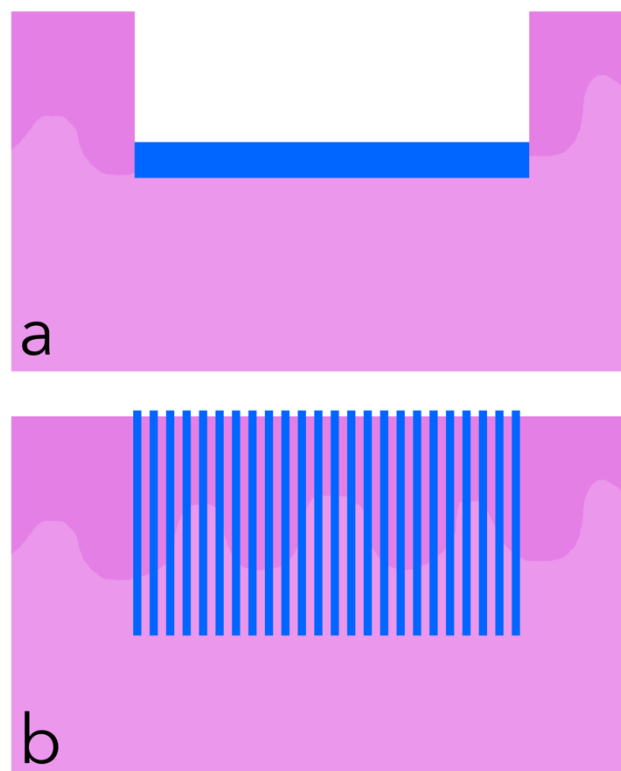


Abbildung 13: Schema: unfraktionierter Laser (a), fraktionierter Laser (b)

6.2 Nicht-ablative Laser

Nicht-ablative Laser sind sanfter zur Haut, da es zu keiner Abtragung der Epidermis kommt. Sie zielen auf Strukturen der Dermis ab während die Epidermis durch Kühlung intakt bleibt (51). Die Wassermoleküle der Hautzellen absorbieren das Licht bei den verwendeten Wellenlängen besonders gut, wodurch es zu einer gleichmäßigen Verteilung der Energie kommt, ohne Melanin oder Hämoglobin zu schädigen. Durch die Energie des Lasers kommt es zu einer Stimulation der Fibroblasten und zur Sekretion von Wachstumsfaktoren. Die Kollagensynthese und Elastin-Produktion werden angeregt und so Zeichen der Lichtalterung reduziert (51).

Die erzielten Resultate sind im Vergleich zu ablativen Lasern jedoch nur minimal, Da die Wirkung auf Kollagen und dermale Strukturen nur gering ist (60). Manche Autoren gehen davon aus, dass die Behandlung von Falten auch bei mehrmaliger Anwendung limitiert ist (51).

Nicht-ablative Laser werden von Patienten/Innen vor allem wegen der kurzen Regenerationsdauer und den kaum vorhandenen Nebenwirkungen geschätzt (46). Nach der Behandlung treten nur eine Rötung und ein Ödem über ein paar Stunden auf. Selten kommt es zu einer Blasenbildung aufgrund unzureichender Gewebekühlung (60).



Abbildung 14: Patientin vor (a) und nach (b) nicht ablativem Laser-Resurfacing (61)

6.2.1 Nicht-ablative unfraktionierte Laser

Nicht-ablative unfraktionierte Laser werden häufig für die Therapie entzündlicher Akne und der dadurch bedingten Narbenbildung eingesetzt. Der Laser führt zu einer Zerstörung oder Verkleinerung der Talgdrüsen, und so zu einer Reduktion der Talgproduktion (51).

Zusätzlich können sie für die Therapie kleiner Gesichtsfalten verwendet werden. Für die Behandlung von Pigmentstörungen und vaskulären Anomalien sind diese Laser weniger geeignet (51).

In einigen Untersuchungen konnte zusätzlich ein systemischer Effekt der Laserbehandlung beobachtet werden. Die Therapie von lediglich einer Gesichtshälfte kann Läsionen der anderen Hälfte reduzieren (62).

Als Vertreter dieser Kategorie seien der 1319nm-Infrarot-Laser, der 1320nm-Nd:YAG-Laser, sowie der 1450nm-Dioden-Laser erwähnt (51).

6.2.2 Nicht-ablative fraktionierte Laser

Diese Klasse der Laser kombiniert die sanften Eigenschaften der nicht-ablativen Laser mit den sicheren und ebenfalls milderen Eigenschaften von fraktionierten Verfahren. Mit diesen Lasern lassen sich leichte Falten, Akne-Narben und oberflächliche Rhytiden behandeln (51,60). Eine Reduktion von Hyperpigmentierungen aufgrund von Sonnenschäden, und eine Verbesserung der Hauttextur sind ebenfalls Anwendungsgebiete (51). In der Regel sind mehrere Behandlungen notwendig um die gewünschten Resultate zu erzielen (60).

Vertreter sind der 1410nm-Laser, der 1440nm-Nd:YAG-Laser, sowie Erbium-Glasfaser Laser (51).

6.3 Ablative Laser

Ablative Laser sind am aggressivsten zur Haut, führen andererseits zu den eindrucksvollsten Ergebnissen (51). Durch den Laser werden Wassermoleküle in den Hautzellen erhitzt. Es kommt zur Entstehung von Wasserdampf und zum Platzen der Zellen. Durch diesen Effekt wird die gesamte Epidermis, wie bei einem Peeling-Prozess entfernt. Als Folge wird die Reepithelisierung der Haut angeregt und eine Straffung der Dermis und Epidermis erreicht (51). Durch die thermische Wirkung des Lasers kommt es des Weiteren zu einer Stimulation der Kollagenbiosynthese (63).

Die Ablation der obersten Hautschicht führt zu einer Kontraktion und Denaturierung der Kollagenfibrillen (58). Dadurch - und durch die thermische Wirkung selbst - wird die Stimulation der Kollagensynthese maximiert und eine dermale Umorganisation induziert (60,63).

Ursprünglich entwickelt, um grobe Folgen der Lichtalterung und Akne-Narben zu behandeln, sind diese Laser noch immer die Effektivsten (51). Außerdem lassen sie sich gut mit anderen nicht-ablativen Technologien kombinieren, um in einer einzelnen Sitzung mehrere kosmetische Probleme der Patienten/Innen zu lösen (63).

Nachfolgend soll als Vertreter dieser Gruppe der Kohlenstoffdioxid-Laser in den Fokus dieser Arbeit gestellt werden:

6.3.1 Unfraktionierter CO₂-Laser

Das Interesse an Lasern für die Behandlung der Folgen der Lichtalterung begann mit der Entwicklung von unfraktionierten Kohlenstoffdioxid-Lasern (64). Die Ersten ihrer Art arbeiteten mit einem kontinuierlichen Lichtimpuls. Der auf die Hautoberfläche gerichtete Laserstrahl führte zu einer 40-100µm tiefen oberflächlichen Verdampfung der Haut. Dadurch wurde zwar eine Verbesserung der Hautstruktur erreicht, jedoch war die Nebenwirkungsrate und die thermale Gewebeschädigung sehr hoch (51,60).

Die darauffolgende Generation verwendete ultrakurz gepulste Laser (UltraPuls-Technologie), oder eine Scanning-Technologie, die den Laser mit einer kontinuierlichen Welle, automatisch über die zu behandelnde Region führt. Dadurch wird die Gewebeverweildauer der thermischen Energie unter einer Millisekunde gehalten (60,63).

Durch diese Lasersysteme wurde es möglich 20-30 µm der Hautdicke pro Durchgang effektiv abzutragen. Auch die unspezifische thermale Gewebeschädigung der Umgebung ist mit diesen Lasern verringert worden (63).

Es konnten dadurch bessere Resultate bei einem höheren Sicherheitsprofil erreicht werden. Angesichts der Ergebnisse, ersetzten sie schnell chemische Peelings und Dermabrasion als Behandlung der Wahl (63).

Die deutlichen Ergebnisse sind jedoch mit Nebenwirkungen verbunden. Es treten offene Wundflächen, Blutungen und Verkrustungen auf. (51). Die Reepithelisierung ist mit einer durchschnittlichen Dauer von 7 bis 10 Tagen relativ lang. Bis zur vollständigen Heilung der Epidermis dauert es eine weitere Woche. Nachfolgende persistierende Ödeme sind keine Seltenheit (60). Außerdem kann es zum Auftreten von vorübergehenden Erythemen und/oder Hyperpigmentierungen kommen, die bis zu 6 Monate nach der Behandlung anhalten. Zusätzlich ist das Risiko einer Hautinfektion erhöht. Das Risiko, eine verzögerte, permanente Hypopigmentierung, durch ungewollte Schäden der Melanozyten, zu entwickeln, ist ebenfalls erhöht. Um diese Risiken zu minimieren, ist eine sorgfältige, zeitaufwändige Nachbehandlung unerlässlich (46,58,65). Diese Nebeneffekte, sowie die signifikante "Ausfallszeit", die mit der umfassenden postoperativen Versorgung verbunden ist, sind für viele Patienten/Patientinnen inakzeptabel (63). Aus diesen Gründen werden ablativ unfraktionierte CO₂-Laser heutzutage meist nur mehr für gezielte Anwendungen

in der perioralen und periorbitalen Region, sowie zur Therapie Akne-bedingter und hypertropher Narben verwendet (51,63).

6.3.2 Fraktionierter CO2-Laser

Fraktionierte⁷ ablative Laser zeichnen sich dadurch aus, dass sie fast genauso effektiv sind wie ihre unfraktionierten Gegenstücke, aber im Gegensatz zu diesen, aufgrund der geringeren Schädigung der Haut, eine viel kürzere Regenerationsdauer erfordern. Es treten außerdem weniger häufig Nebenwirkungen, wie Narbenbildung, Dyspigmentierungen oder Infektionen auf (51).

Heutzutage gibt es eine Reihe von verschiedenen Modellen auf dem Markt. Durch die variable Einstellung von Pulsdauer, Frequenz und Energie sind Eindringtiefe und Ausmaß der thermischen Schädigung gezielt steuerbar. So können, je nach Bedarf, nur die oberen Schichten der Epidermis behandelt, oder bis in die retikuläre Dermis vorgedrungen werden. Verschiedene Split-face Studien zeigen, dass es zu einer deutlicheren Verbesserung von Hauttextur und Straffung in der mit einem fraktionierten CO2-Laser behandelten Hälfte kommt (58).

Aufgrund der ausgezeichneten klinischen Wirksamkeit und des doch niedrigen Komplikationsprofils sollte die ablativ fraktionierte Laserbehandlung als Erstmaßnahme bei Aknenarben, Photorejuvenation, Rhytiden und Haut-Resurfacing in Betracht gezogen werden (66).

6.3.2.1 Anwendungsgebiete

Fraktionierte CO2-Laser können für die Gesichtsstraffung und Faltenglättung, die Behandlung von „Runzeln“ (Rhytiden), sowie für die Therapie von Hyper- und Hypopigmentierungen verwendet werden (51). Des Weiteren haben sie sich als effektiv in der Behandlung von Melasma, Operationsnarben, Hämangiomen, sowie Poikilodermien und thermischen Verbrennungen herausgestellt (58).

Auch wenn das Hauptanwendungsgebiet des Lasers das Gesicht darstellt, so kann er auch in anderen Körperregionen angewandt werden. Das Dekolleté und die Nackenregion sind ebenfalls beliebte Orte des Laser-Resurfacings. Speziell im Nacken kann eine signifikante Hautstraffung, eine Verbesserung der Textur, sowie eine Abnahme von Falten erzielt werden, die in solch einem Ausmaß sonst nur mit ablativen, unfraktionierten Systemen erreicht wird (58).

⁷ Die Technik des ‚Fraktionieren‘ wird in Kapitel 6.1 vorgestellt.

Fraktionierte CO₂-Laser erzielen ebenfalls hervorragende Resultate in der Behandlung von Akne bedingten Narben. Es können auch massive Narben und welche, die in Arealen liegen, die zuvor nicht für ablativ Verfahren geeignet waren (Rücken, Brust, Schultern), effektiv therapiert werden (60).

Auch wenn die Behandlung von ausgeprägten posttraumatischen und chirurgischen Narben meistens mittels Dermabrasion erfolgt, so konnte in einer Studie gezeigt werden, dass die fraktionierte CO₂-Laser-Therapie gleich gute Resultate bringt. Die Nebenwirkungen des Lasers sind außerdem geringer ausfallend (46).

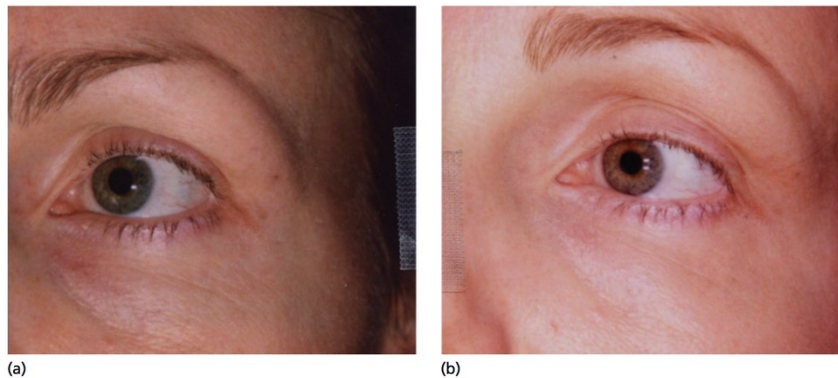


Abbildung 15: periorbitale Falten: Patientin vor (a) und nach (b) 5-maliger fraktionierter CO₂-Laser Behandlung (52)

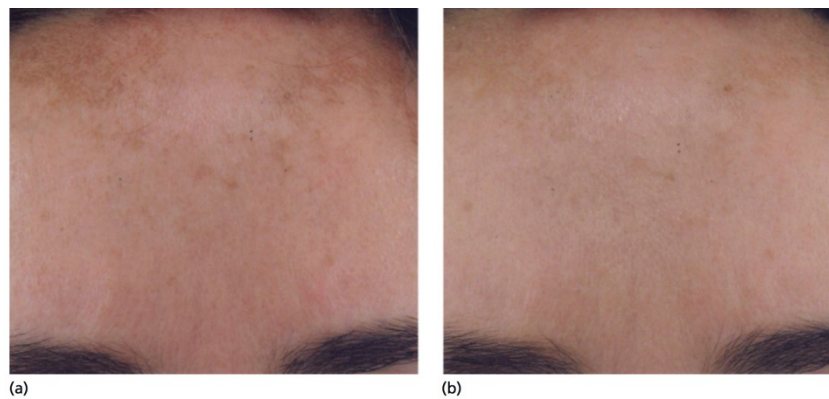


Abbildung 16: Melasma: Patientin vor (a) und nach (b) 4-maliger fraktionierter CO₂-Laser Behandlung (52)

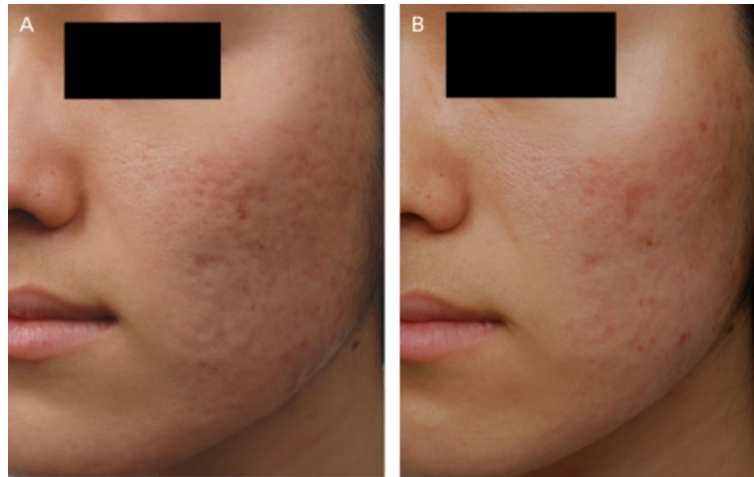


Abbildung 17: Akne-Narben: Patientin vor (a) und drei Monate nach (b) fraktionierter CO₂-Laser Behandlung (67)

6.3.2.2 Anwendung

In einer einzelnen Sitzung werden bessere, mindestens gleich gute Ergebnisse erzielt, wie in mehreren Sitzungen nicht-ablativer Verfahren. Daher wird der fraktionierte Laser in der Regel einmalig angewandt (60). Werden gewünschte Resultate nicht erreicht, können weitere Sitzungen - nach einer angemessenen Heilungsperiode - erfolgen. Die Behandlung selbst kann für einige Patienten/Innen schmerzhaft sein, weshalb eine topische Anästhesie oftmals notwendig ist (51).

Vorbereitung

Die Vorbehandlung der Haut mit topischen Retinoiden, oder depigmentierenden Salben hat auf das Behandlungsergebnis keinen Einfluss. Allenfalls kann die präoperative Anwendung deutlich machen, welche Wirkstoffe verträglich sind und welche die Haut irritieren (63). Diese Information kann für die Nachbehandlung von Nutzen sein.

Am Tag der Behandlung wird das Gesicht mit einem neutralen Mittel gereinigt und ein topisches Anästhetikum aufgetragen. Nach 30 Minuten wird dieses abgewischt und die Laserbehandlung beginnt (63). Die durchschnittliche Dauer des Eingriffs beträgt 10-15 Minuten.

Nachbehandlung

Nach der Behandlung werden feuchte, kalte Kompressen angelegt. Eine heilende Salbe, sowie eine milde Feuchtigkeitscreme werden verschrieben, um die epitheliale Heilung zu unterstützen und die Erythembildung zu reduzieren. Nach 3-4 Tagen kann die nächtliche Anwendung von topischen Kortikosteroiden hilfreich sein. Dadurch wird die

Entzündungsreaktion gehemmt und dass Risiko einer Hyperpigmentierung reduziert. Patienten/Innen müssen ebenfalls großzügig Sonnenschutz verwenden. Zu empfehlen ist außerdem eine Antioxidantien- und nährstoffreiche Ernährung um die Kollagensynthese zu fördern (63).

Nach 3-4 Wochen, wenn die Regeneration der Epidermis abgeschlossen ist, kann ein, Antioxidantien-reiches Serum aufgetragen werden, um die Kollagenbildung und Fibroblastenstimulation weiter anzuregen. Der Sonnenschutz mit UV-A- und UV-B-Blockern soll fortgesetzt werden (63).

6.3.2.3 Histologische Veränderungen

Mittels Licht- und Elektronenmikroskopie können histologische und ultrastrukturelle Veränderungen der Haut festgestellt werden.

Innerhalb einer Stunde nach einer fraktionierten CO₂-Laser-Behandlung sind parallele, vertikal durch das Laserlicht aus der Haut herausgebrannte Verletzungen (MTZs) deutlich erkennbar, die wie Säulen in die Epidermis und Dermis ragen. Innerhalb der nächsten 24 Stunden kommt es zu einer Einwanderung von vitalen Zellen aus der Umgebung der MTZs und einer Formation von nekrotischem Gewebe (MENDs – microscopic epidermal necrotic debris). Diese MENDs setzen sich aus geschädigten epidermalen und dermalen Zellen, sowie denaturierten Kollagenfibrillen und Elastin zusammen. Nach 3 bis 7 Tagen werden diese MENDs, im Zuge der Reepithelisierung, transepidermal entfernt (60).

Untersuchte Hautbiopsien von behandelten Hautarealen zeigen eine verstärkte Fibrosierung der papillären Dermis. Zusätzlich findet man ein gesteigertes Vorkommen an Kollagen Typ III, sowie eine Abnahme der Durchmesser der Kollagenbündel (58). Die Kollagenbündel schrumpfen zudem signifikant, und führen so zur Straffung der Haut (60). Histologische Studien zeigen eine kontinuierliche Kollagenproduktion und -verbesserung, die bis zu 2 Jahre nach der Behandlung anhält. Es ist nicht genau bekannt, wie lange die Stimulation der Fibroblasten anhält, aber sie dürfte bei 6 Monaten liegen (63).

Die zellulären Marker der dermalen Wundheilung und Neokollagenese (Hitzeschockprotein 70, Kollagen III, proliferierendes Zellkernantigen und Alpha-Glattmuskel-Aktin) werden verstärkt in den behandelnden Arealen produziert. Hitzeschockprotein 47, verantwortlich für das Remodelling und die Reifung von Kollagen, ist nach einem Monat generalisiert in der Dermis vorhanden, und bleibt für bis zu drei Monate bestehen, um den Gewebeumbau nachhaltig zu beeinflussen (60).

6.3.2.4 Nebenwirkungen und Gegenmaßnahmen

Auch wenn fraktionierte CO₂-Laser als sicherer und komplikationsärmer als ihre unfraktionierten Versionen gelten, so können auch bei ihnen bestimmte Nebenwirkungen auftreten. Das Risiko und die Dauer dieser fällt jedoch geringer beziehungsweise kürzer aus (58,60,66).

Ein vorübergehendes Erythem ist nach der Behandlung durchaus zu erwarten. Sollte es länger als einen Monat persistieren, spricht man von verlängertem Erythem. Es tritt bei etwa 12,5% der Patienten/Innen auf (60).

Eine Herpes simplex Infektion, mit einer Inzidenz von 1% bis 2%, stellt eine der häufigsten schweren Nebenwirkungen dar (60,66). Eine antivirale Prophylaxe ist deshalb bei Patienten/Innen mit vorausgegangenem Herpes Infektionen, sowie bei perioralen Behandlung notwendig. Bakterielle Infektionen (0,1%) sind weitaus seltener; eine antibiotische Prophylaxe ist trotzdem empfehlenswert (60). Pilzinfektionen werden ebenfalls sehr selten beobachtet (66).

Vorübergehende akneiforme Eruptionen (2-10%) treten ebenfalls gehäuft auf. Eine Tetracyclin-basierte Antibiotikagabe kann bei schwierigen Verläufen hilfreich sein (60).

Das Risiko von postoperativen Hyperpigmentierungen ist bei fraktionierten CO₂-Lasern ebenfalls reduziert. Abhängig vom verwendeten System und Hauttyp beträgt die Inzidenz trotzdem noch bis zu 12%. Verzögerte Hypopigmentierungen kommen so gut wie nie vor (60).

Eine weitere seltene Nebenwirkung ist die hypertrophe Narbenbildung. Vor allem in der Brust- und Halsregion, sowie periorbital und mandibulär treten diese reaktiven Veränderungen auf. Grund könnte eine mindere Gewebedurchblutung oder ein Mangel an Talgdrüsen sein. Um das Risiko zu reduzieren, sollten in diesen Arealen niedrigere Energiedosen angewandt werden (60).

Interessant ist die Betrachtung der Komplikationsrate bei multiplen Eingriffen. Wird nur eine einzelne Region therapiert, so bleibt die Rate relativ niedrig. Bei gleichzeitiger Behandlung mehrerer Areale steigt die Komplikationsrate an, weshalb bei solchen Prozeduren besondere Vorsicht geboten ist (66).

6.3.3 Er:YAG-Laser

Der Er:YAG-Laser⁸ ist der zweite in klinischer Verwendung stehende fraktionierte ablative Laser. Genau wie beim CO₂-Laser gibt es auch unfraktionierte Er:YAG-Laser (51).

Dieser Laser arbeitet mit einer Wellenlänge von 2.940nm im Infrarotbereich. Bei dieser Frequenz wird das Licht von Wassermolekülen stärker absorbiert, was zu einer geringeren Eindringtiefe als die von CO₂-Lasern führt. Dadurch ist die Kollagenstimulation, aber auch die thermale Gewebeschädigung reduziert (51,60).

Verglichen mit CO₂-Lasern liefert der Er:YAG-Laser bescheidenere Resultate, bei einer ebenfalls geringeren Rate an Nebenwirkungen (46). Die postoperative Ödem- und Krustenbildung, sowie Regenerationsdauer fallen ebenso schwächer ausgeprägt aus (51).

Eine Therapiemodalität ist die Kombination von CO₂- und Er:YAG-Laser. Durch die Anwendung von Letzterem nach einer vorausgegangen CO₂-Behandlung lassen sich thermische Schädigungen und Nebenwirkungen verringern (63).

6.4 Anästhesiemodelle beim Laser-Resurfacing

Einer der größten Nachteile des Laser-Resurfacings ist der intraoperative Schmerz. Um diesen zu minimieren, und die Behandlung angenehmer zu gestalten, stehen verschiedene Anästhesiemethoden zu Verfügung. Diese können invasiv oder nicht-invasiv sein. Es ist wichtig das richtige Anästhesieverfahren für den/die jeweilige/n Patienten/Patientin zu finden. Dabei spielen vor allem das verwendete Laser-Verfahren und der Wunsch des/der Patienten/Patientin eine Rolle (57).

6.4.1 Nicht-invasive Anästhesie

Zu den nicht-invasiven Anästhesiemethoden zählen topische Anästhetika, Kryoanästhesie, sowie eine Kombination von beiden (57,68).

Topische Präparate enthalten den Wirkstoff Lidocain, Prilocain oder Tetracain. Die Wirkdauer kann durch Zugabe von Epinephrin verlängert werden. Vorteile sind die einfache Anwendung und die Vermeidung von invasiven, komplikationsreicheren Methoden. Nachteile umfassen das Risiko einer allergischen Reaktion oder eine Ineffektivität der Anästhesie. Bei zu hoher systemischer Resorption kann es zu einer Lidocain-Intoxikation kommen, weshalb vor der Anwendung, die Dauer der Anästhesie, die zu behandelnde Fläche, sowie Komorbiditäten beachtet werden müssen. Die Wirkung

⁸ Die Abkürzung Er:YAG steht für Erbium: Yttrium-Aluminium-Granat.

von topischen Mitteln ist potent genug, um sie bei der Behandlung mit nicht-ablativen oder fraktionierten, ablativen Lasern zu verwenden (57).

Kryotherapie erreicht durch Kühlung der Haut einen schmerzlindernden Effekt und schützt dadurch zusätzlich die Haut vor Überhitzung. Diese Methode wird von den Patienten/Innen sehr gut angenommen, hat kaum Nebenwirkungen und ist ebenfalls leicht anzuwenden (57,68).

6.4.2 Invasive Anästhesie

Wird ein stärker analgetischer Effekt gewünscht, wie es bei ablativen Laser-Verfahren der Fall sein kann, so werden invasive Methoden der Anästhesie angewandt. Dazu zählen die Injektionsanästhesie, sowie die Allgemeinnarkose (57).

Lokale Injektionen mit Lidocain-Lösungen werden für gezielte Anwendungen von Laserbehandlungen in bestimmten Arealen verwendet. Werden mehrere Gesichtsareale beziehungsweise das gesamte Gesicht behandelt, so sind Nervenblocks hilfreich. Am besten geeignet hierfür sind die Äste des Trigeminus, wobei auch Nervenblockaden supraorbital, infraorbital, supratrochlear, mental, zygomatic-facial, zygomatic-temporal, und nasal gestochen werden können (57).

Die Tumescenzanästhesie ist eine Sonderform der Injektionsanästhesie bei der eine verdünnte Lösung von Lidocain und Epinephrin in die Subkutis injiziert wird und sich in den Fettkompartimenten verteilt (57).

Zu den Nachteilen all dieser Verfahren zählen unter anderem der Gebrauch von Nadeln mit den verbundenen Risiken, hohe Volumina der Anästhetika, sowie mögliche Gewebe- und Nervenverletzungen (57).

7 Methodischer Teil

Vor dem theoretischen Hintergrund dieser Arbeit soll im folgenden praktischen Teil die subjektive Zufriedenheit von Patienten/Patientinnen beleuchtet werden, die sich einer Resurfacing-Behandlung mit einem fraktionierten CO₂-Laser unterzogen haben. Es soll insbesondere überprüft werden, ob diese Behandlungsmethode auf eine positive Resonanz stößt.

7.1 Fragestellung und Hypothesen

Während in der gängigen Literatur meistens nur die Wirkung der einzelnen Laser untersucht wird und Resultate objektiv mit anderen Behandlungsmodalitäten verglichen werden, so befassen sich nur recht wenig Studien mit der subjektiven Zufriedenheit der Patienten/Patientinnen mit dem Ergebnis dieser Laser-Behandlung. Diese Forschungslücke möchte die vorliegende Arbeit schließen. Dabei wird das Augenmerk auf fraktioniertes CO₂-Laser-Resurfacing gelegt.

Die Hauptforschungsfrage der Studie formuliert sich demnach wie folgt:

Inwiefern sind Patienten/Patientinnen mit dem fraktionierten CO₂-Laser-Resurfacing zufrieden?

Aus der definierten Forschungsfrage lassen sich folgende Hypothesen ableiten:

Hypothese 1: Patienten/Patientinnen mit einer fraktionierten CO₂-Laser-Behandlung sind mit dieser Therapie zufrieden.

Hypothese 2: Mit vorausgegangen Vortherapien steigt die Zufriedenheit einer fraktionierten CO₂-Laser-Behandlung.

Hypothese 3: Die fraktionierte CO₂-Laser-Therapie ist gängigen Behandlungsmethoden in Bezug auf die PatientInnenzufriedenheit überlegen.

7.2 Methoden

Im Folgenden sollen die, für die Beantwortung der Forschungsfrage verwendeten Methoden näher beleuchtet werden. Dafür wird auf das Studiendesign, die Stichproben, sowie auf die verwendeten Messinstrumente näher eingegangen.

7.2.1 Studiendesign

Für die Beantwortung der Forschungsfrage wurde eine retrospektive Studie an der Universitätsklinik für Dermatologie der Medizinischen Universität Graz durchgeführt.

Patienten/Patientinnen die in der Zeit zwischen viertem Quartal 2015 und erstem Quartal 2017 mit einem fraktionierten CO₂-Laser behandelt worden sind, wurden telefonisch kontaktiert und anhand eines für die Studie entworfenen Fragebogens⁹ nach ihrer persönlichen Zufriedenheit mit dem Ergebnis und nach weiteren Details zur Therapie befragt.

Die Kontaktdaten der 45 Patienten/Patientinnen wurden vorab von Frau Dr. Caroline Schaunig aus den Krankenakten ermittelt. Von diesen waren einige nicht erreichbar, beziehungsweise wollten wenige nicht an der Befragung teilnehmen. Von den 28 freiwilligen Teilnehmer/Teilnehmerinnen wurden schließlich 28 Fragebögen erstellt, die für die Auswertung herangezogen werden.

7.2.2 Fragebogen als Messinstrument

Der Fragebogen umfasst neun Fragen. Die erste Frage erhebt den Grund der Behandlung. Dieser wurde von den Patienten/Patientinnen selbst genannt, ohne eine Vorauswahl zu geben. Zusätzlich wurde vermerkt, ob das gesamte Gesicht (FullFace) oder nur eine Teilregion mit dem Laser behandelt worden ist.

Unter dem Punkt ‚Nebenwirkungen/Verträglichkeit‘ wurde wiederum von den Teilnehmern/Teilnehmerinnen selbst angegeben, welche Nebenwirkungen bei/nach ihrer Behandlung aufgetreten sind.

Das Schmerzerleben während der Behandlung wurde mit Hilfe einer Skala von 0-keine Schmerzen bis 10-größte Schmerzen kodiert.

Ebenfalls skalenkodiert ist die Zufriedenheit des Behandlungsergebnisses, wobei folgendes gilt: 1-sehr zufrieden, 2-zufrieden, 3-mäßig zufrieden, 4-wenig zufrieden, 5-nicht zufrieden.

Die fünfte Frage erhebt, ob die Patienten/Patientinnen die Behandlung wiederholen würden, und falls nein, warum sie diese nicht wiederholen würden.

Das sechste Item befragt, ob Patienten/Patientinnen die Behandlungsmethode weiterempfehlen würden. Zu erwähnen ist, dass im Laufe der Telefonate die beiden letztgenannten Punkte um die Antwortmöglichkeit ‚unentschlossen‘ erweitert worden sind, da einige der Befragten keine eindeutige Antwort geben konnten.

Die Frage nach Vortherapien dient der Ermittlung etwaiger vorausgegangener Behandlungsmodalitäten, die aus selbiger Indikationsstellung wie die Laser-Behandlung in Anspruch genommen worden sind. Hat eine Vortherapie stattgefunden, so ist diese von den

⁹ Fragebogen im Anhang ersichtlich

Teilnehmern benannt worden. Im Nachhinein wurden die genannten Vortherapien in Kategorien (Peelings, diverse Kosmetika und Cremen, Dermabrasion, Microneedling, Botulinum Toxin, Hyaluronsäure, Fadenlifting) zusammengefasst.

Als wichtigen 8. Punkt versteht sich die Frage ob die CO₂-Laser-Behandlung ein subjektiv besseres Resultat lieferte als etwaige Vortherapien. Dieser Punkt dient dem Vergleich der CO₂-Laser-Behandlung mit gängigen Vortherapien. Auch dieser Punkt ist im Laufe der Telefonate um die Antwortmöglichkeit ‚gleich zufrieden‘ erweitert worden.

Den Abschluss bildet die Frage, ob ein Foto, vor und nach der Therapie, von der behandelten Region aufgenommen worden ist. Wurde lediglich vor der Therapie ein Bild aufgenommen, so ist dies ebenfalls notiert worden.

7.2.3 Auswertung der Studie

Die Auswertung der Studie erfolgt mit der Statistiksoftware IBM SPSS Statistics. Zuerst wurden die einzelnen Variablen benannt und genau definiert. Anschließend wurden die Daten aus den Telefoninterviews manuell in die Datei eingetragen.

Darauf folgend wurden deskriptive Statistiken und Häufigkeiten ermittelt. Zudem wurden die Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima berechnet. Mittels t-tests für unabhängige Stichproben wurde untersucht, ob Geschlechterunterschiede vorliegen.

Für die Überprüfung der Hypothesen 1 und 3 wurden der Mittelwert und die Standardabweichung der zugrundeliegenden Variablen berechnet. Die Überprüfung der Hypothese 2 erfolgte mittels Regressionsanalyse.

Des Weiteren wurden die Ergebnisse nach den unterschiedlichen Indikationen getrennt voneinander betrachtet, um etwaige Unterschiede ausfindig zu machen.

7.2.4 Stichprobenbeschreibung

Die Stichprobe der Studie besteht aus 28 Teilnehmern/Teilnehmerinnen. Von diesen sind 26 weiblich (92,9%) und zwei männlich (7,1%).

Betrachtet man die Indikation der CO₂-Laser-Behandlung so lassen sich folgende Häufigkeiten darstellen. Von den 28 Patienten/Patientinnen, wurden 8 aufgrund von Akne bedingten Narben (28,6%), 7 aufgrund von Falten (25%), 6 aufgrund von nicht-Akne bedingten Narben (21,4%), wiederum 6 aufgrund von Pigmentflecken (21,4%), sowie eine Person aufgrund von einer Verhornung (3,6%) behandelt.

Tabelle 3: Behandlungsindikationen

Indikation	Häufigkeit	Prozent
Akne bedingte Narben	8	28,6%
Falten	7	25%
Pigmentflecken	6	21,4%
Nicht-Akne bedingte Narben	6	21,4%
Verhornung	1	3,6%

Die nächste Tabelle zeigt, ob das gesamte Gesicht oder nur eine Teilregion behandelt wurde. Beim Großteil (85,7%) der Patienten/Patientinnen wurde ein FullFace-Resurfacing durchgeführt. Lediglich bei 3 Personen (10,7%) erfolgte eine Teilbehandlung und bei einer Person (3,6%) wurde der Laser sogar in einer anderen Körperregion, dem Knie eingesetzt.

Tabelle 4: Behandlungsregionen

Behandlungsregion	Häufigkeit	Prozent
FullFace	24	85,7%
Teilbehandlung des Gesichts	3	10,7%
Andere Körperregion	1	3,6%

Der nächste Punkt widmet sich der Frage, ob Patienten/Patientinnen die Behandlung wiederholen würden. Die Mehrheit (17 Personen – 60,7%) würde die Behandlung zum Zeitpunkt der Befragung wiederholen. 10 Personen (35,7%) würden die Behandlung nicht wiederholen, während eine Person (3,6%) unentschlossen bezüglich der Frage blieb.

Von jenen 10 Personen, die keine Behandlungswiederholung in Betracht ziehen würden, gaben 7 Personen (25%) als vorrangigen Grund eine unzureichende Verbesserung des Hautbilds an. Die restlichen 3 Personen (10,7%) gaben eine ausgebliebene Wirkung an.

Betrachtet man die Ergebnisse der Frage, ob Patienten/Patientinnen die Behandlungsmethode weiterempfehlen würden, so decken sich diese mit dem vorausgegangenen Punkt. 18 Personen (64,3%) würden die Behandlung weiterempfehlen, 6 Personen (21,4%) würden sie nicht weiterempfehlen, während 4 Personen (14,3%) unentschlossen blieben.

Tabelle 5: Wiederholung und Weiterempfehlung

Behandlungs-	Ja	Nein	Unentschlossen
Wiederholung	17	10	1
Weiterempfehlung	18	6	4

Von den behandelten Patienten/Patientinnen gaben 19 Personen (67,9%) an, bereits andere Therapiemöglichkeiten zur Behandlung der von ihnen genannten Indikationen ausprobiert zu haben. Am öftesten wurden diverse Kosmetika und Cremen (8mal – 28,6%) als Vortherapie genannt. 5 Personen (17,9%) gaben Peelings an, während eine weitere Person (3,6%) die Kombination von Peeling und Akupunktur nannte. 3 Personen (10,7%) ließen eine Microdermabrasion durchführen, während eine Person (3,6%) Hyaluronsäure injizieren ließ und eine weitere Person (3,6%) sowohl Microneedling, Fadenlifting, Botox-Injektionen sowie Hyaluronsäure vor der Laserbehandlung ausprobierte.

Tabelle 6: Vortherapien

Vortherapie	Häufigkeit	Prozent
Diverse Kosmetika und Cremen	8	28,6%
Peelings	5	17,9%
Peeling und Akupunktur	1	3,6%
Microdermabrasion	3	10,7%
Hyaluron-Injektionen	1	3,6%
Hyaluron, Microneedling, Fadenlifting, Botox	1	3,6%
Keine Vortherapie	9	32,1%

Von jenen 19 Personen die eine Vortherapie angaben, sind 9 Personen (32,1%) mit dem Resultat der Laser-Behandlung zufriedener als mit dem Resultat der Vortherapie(n). 5 Personen (17,9%) sind mit dem Ergebnis der Laser-Behandlung weniger zufrieden, während ebenfalls 5 Personen (17,9%) mit den Resultaten gleich zufrieden sind.

Tabelle 7: CO2-Laser im Vergleich zu Vortherapien

	zufriedener	gleich zufrieden	weniger zufrieden
CO2-Laser Resultat im Vergleich zur Vortherapie	32,1%	17,9%	17,9%

7.3 Ergebnisse

Vor der eigentlichen Überprüfung der Hypothesen, wurden für die relevanten Variablen die Häufigkeiten beziehungsweise Mittelwert und Standardabweichung berechnet.

In der ersten Übersicht werden die berechneten Mittelwerte der Schmerzskala und der Zufriedenheitsskala dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Schmerzskala bei 0-keine Schmerzen beginnt und bis zu 10-größte Schmerzen läuft. Die Zufriedenheitsskala beginnt bei 1-sehr zufrieden und läuft bis 5-nicht zufrieden (siehe Kapitel Messinstrumente).

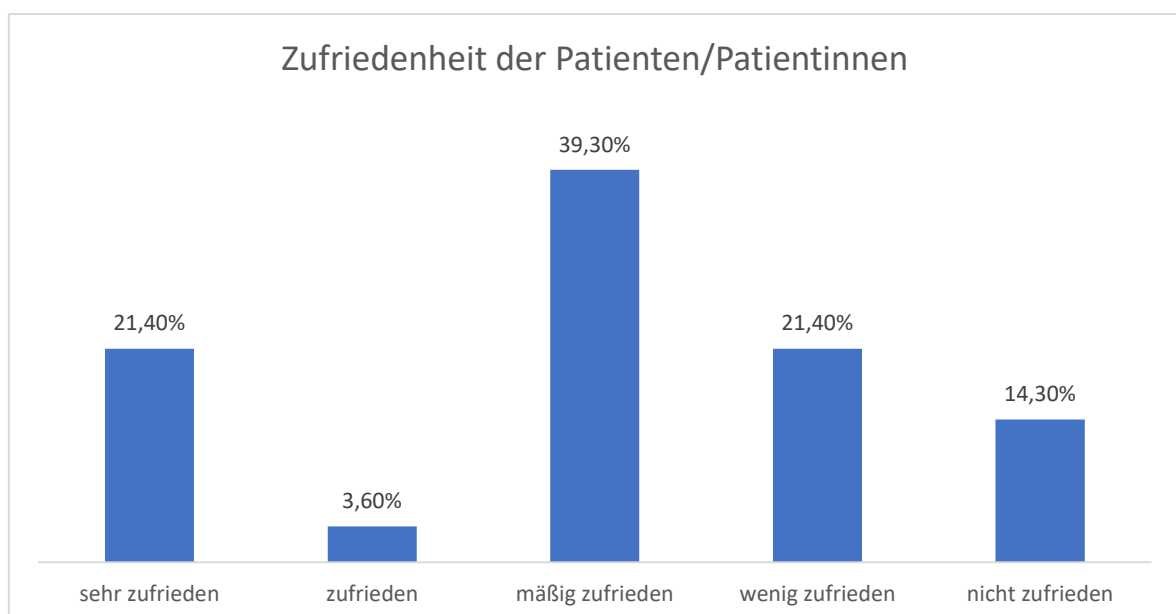
Tabelle 8: Schmerzen und Zufriedenheit

	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Schmerzen	5,43	2,49	1	10
Zufriedenheit	3,04	1,32	1	5

Bei der Schmerzintensität während der Behandlung zeigt sich ein Mittelwert von 5,43 (SD=2,49), was mittleren Schmerzen entspricht. Auffallend ist, dass jeder Wert – mit Ausnahme von 0-keine Schmerzen – mindestens einmal angegeben worden ist.

Der Mittelwert der Zufriedenheit beträgt 3,04 (SD=1,32), und entspricht einer mäßigen Zufriedenheit. Auch hier wurden sämtliche Werte mindestens einmal angegeben. 6 Personen (21,4%) gaben an sehr zufrieden mit dem Resultat zu sein, eine Person (3,6%) war zufrieden, 11 Personen (39,3%) waren mäßig zufrieden, 6 Personen (21,4%) waren wenig zufrieden und 4 Personen (14,3%) waren nicht zufrieden. Das folgende Diagramm zeigt die Häufigkeitsverteilung:

Tabelle 9: PatientInnenzufriedenheit Häufigkeiten



Anschließend werden für bestimmte Variablen eine, nach Indikation getrennte, Darstellung der Ergebnisse bereitgestellt. Dabei ist zu beachten, dass nur eine Person aufgrund einer Verhornung behandelt worden ist, weshalb diese Indikation keine repräsentative Stichprobe darstellt und deshalb nicht in die Darstellungen mitaufgenommen wurde.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Schmerzintensität, getrennt nach Indikation.

Tabelle 10: Schmerzen - getrennt nach Indikation

Indikation	Mittelwert	Standardabweichung
Akne bedingte Narben	6,38	2,62
Falten	4,71	1,38
Nicht Akne bedingte Narben	5,33	3,39
Pigmentflecken	5,83	1,94

Die Mittelwerte der PatientInnenzufriedenheit, wiederum getrennt nach Indikation, zeigt folgende Tabelle.

Tabelle 11: Zufriedenheit - getrennt nach Indikation

Indikation	Mittelwert	Standardabweichung
Akne bedingte Narben	3,0	1,41
Falten	3,57	1,4
Nicht Akne bedingte Narben	2,67	1,63
Pigmentflecken	2,67	0,82

Die nächste Tabelle gibt eine Übersicht über die Frage, ob Patienten/Patientinnen die Behandlung wiederholen würden, aufgeschlüsselt nach Indikation.

Tabelle 12: Behandlungswiederholung - getrennt nach Indikation

Indikation	Ja	Nein	Unentschlossen
Akne bedingte Narben	4	4	0
Falten	4	3	0
Nicht Akne bedingte Narben	5	1	0
Pigmentflecken	3	2	1

Tabelle 13 gibt eine Übersicht über die Frage, ob Patienten/Patientinnen die Behandlung weiterempfehlen würden, aufgeschlüsselt nach Indikation.

Tabelle 13: Behandlungsweiterempfehlung - getrennt nach Indikation

Indikation	Ja	Nein	Unentschlossen
Akne bedingte Narben	3	3	2
Falten	5	1	1
Nicht Akne bedingte Narben	5	1	0
Pigmentflecken	4	1	1

Anschließend werden die Ergebnisse der Frage, ob das Resultat der Laserbehandlung zufriedenstellender als das Resultat nach etwaigen Vortherapien ist, getrennt nach Indikationsstellung, dargestellt.

Tabelle 14: CO2-Laser im Vergleich zu Vortherapien - getrennt nach Indikation

Indikation	Ja	Nein	Gleich zufrieden
Akne bedingte Narben	2	3	1
Falten	2	1	1
Nicht Akne bedingte Narben	3	0	1
Pigmentflecken	2	1	1

7.3.1 Hypothese 1

Für die Überprüfung der ersten Hypothese (Patienten/Patientinnen sind mit der fraktionierten CO2-Laser-Behandlung zufrieden), wurde der Mittelwert 3.04 (SD=1,32) für die Variable Zufriedenheit berechnet. Dies entspricht einer mäßigen Zufriedenheit mit dem Behandlungsergebnis.

7.3.2 Hypothese 2

Die Überprüfung der zweiten Hypothese (Nach vorausgegangenen Vortherapien steigt die Zufriedenheit mit dem Resultat des fraktionierten CO2-Laser-Resurfacings) erfolgte mittels eines Regressionsmodells. Es zeigt sich kein signifikanter Effekt ($\beta=-0,019$, $p=.924$) von stattgefundenen Vortherapien auf die PatientInnenzufriedenheit.

7.3.3 Hypothese 3

Für die Überprüfung der dritten Hypothese (Die CO2-Laser-Therapie ist gängigen Behandlungsmethoden in Bezug auf die PatientInnenzufriedenheit überlegen) wurde eine Häufigkeitsverteilung herangezogen. So zeigt sich, dass von jenen 19 Personen, die eine Vortherapie in Anspruch nahmen, 9 Personen (47,4%) mit dem Resultat der CO2-Laser-Behandlung zufriedener, als mit dem Resultat der Vortherapie(n), sind. Im Gegensatz dazu

sind 5 Personen (26,3%) weniger zufrieden und ebenfalls 5 Personen (26,3%) gleich zufrieden.

7.3.4 Geschlechtsunterschiede

Für die Überprüfung der Geschlechtsunterschiede wurden für die relevanten Variablen t-tests für unabhängige Stichproben (Vergleich der Stichprobenmittelwerte von Frauen und Männer) berechnet. Dadurch konnte festgestellt werden, dass es keine signifikanten Geschlechtsunterschiede in Bezug auf die Schmerzintensität während der Behandlung gab [$t(26)=0.249$, $p=0.806$]. Auch in Bezug auf die Zufriedenheit, konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Geschlechtern festgestellt werden [$t(26)=-1.076$, $p=0.292$]. Anzumerken ist die Tatsache das lediglich zwei Männer an der Umfrage teilnahmen. Auf diesen Aspekt wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

7.4 Diskussion

Im Rahmen der Studie konnte gezeigt werden, dass Patienten/Patientinnen mit dem Resultat der Behandlung nur mäßig zufrieden sind. Somit konnte die erste Hypothese nicht bestätigt werden. Grund dafür könnte eine zu hohe Erwartungshaltung seitens der Patienten/Patientinnen sein. In vielen Telefonaten wurde von den Patienten erwähnt, dass zwar sehr wohl ein Effekt erzielt worden ist, jedoch nicht in dem Ausmaß, wie von den Patienten/Patientinnen erhofft. Ob die hohe Erwartungshaltung einer mangelnden Aufklärung geschuldet ist, kann weder bestätigt noch widerlegt werden. Inwieweit die persönliche Erwartungshaltung und Aufklärung einen positiven oder negativen Effekt auf die Zufriedenheit hat, wurde in der vorliegenden Arbeit nicht erhoben und könnte so das Ziel einer möglichen Folgebefragung sein.

Ein weiterer Grund für die mäßige Zufriedenheit könnte die Vermeidung von Folgebehandlungen sein. Das Resultat des fraktionierten CO₂-Laser-Resurfacings verbessert sich mit der Anzahl der Behandlungssitzungen. Einige Personen erwähnten von selbst, sich sehr wohl bewusst zu sein, dass ein gutes Resultat erst durch mehrmalige Wiederholungen zu erreichen wäre.

10 der 28 Personen (35,7%) würden eine erneute Behandlung aufgrund der ausgeblieben, beziehungsweise zu geringen Wirkung nicht in Betracht ziehen. Ob dieser Anteil jenen entspricht, die über die Notwendigkeit von Folgebehandlung nicht aufgeklärt worden sind, lässt sich im Nachhinein nicht ausmachen.

Weitere Gründe, keine weiteren Behandlungen in Anspruch zu nehmen, können die empfunden Schmerzen oder zu umfangreiche Nebenwirkungen der Behandlung sein.

Die zweite Hypothese konnte ebenfalls nicht bestätigt werden. Vorausgegangene Vortherapien steigern somit nicht die Zufriedenheit mit dem Resultat des fraktionierten CO₂-Laser-Resurfacings. Als Ursache dafür kann einerseits die allgemeine mäßige Zufriedenheit mit dem Behandlungsergebnis genannt werden. Eine weitere Erklärung wäre eine gewisse hoffnungsvolle Zuversicht der Patienten/Patientinnen an das Laser-Resurfacing und eine höhere Erwartungshaltung an deren Resultate. So kann vermutet werden, dass Patienten/Patientinnen an das Ergebnis eines Peelings andere Anforderungen stellen, als an das des Laser-Resurfacings.

Im Allgemeinen lässt sich feststellen, dass doch ein Großteil (67,9%) der Patienten/Patientinnen Vortherapien in Anspruch nahmen. Am Beliebtesten sind hierbei

Crems und Kosmetika, die wahrscheinlich wegen der fehlenden Schmerzen, und der einfachen Zugänglichkeit gewählt werden. Doch auch andere semi-invasive Verfahren wie Peelings und Microdermabrasion werden häufig in Anspruch genommen. Hyaluronsäure-Injektionen, Botox-Behandlungen und Fadenlifting sind im Gegensatz dazu bei den Patienten/Patientinnen weniger im Trend oder weniger bekannt.

Die dritte Hypothese kann im Gegensatz zu den ersten beiden bestätigt werden. 9 der 19 Personen (47,4%), welche eine Vortherapie in Anspruch nahmen, sind mit dem Ergebnis des CO₂-Laser-Resurfacings zufriedener, als mit dem der Vortherapie(n), während lediglich 5 Personen (26,3%) weniger zufrieden sind. Dadurch lässt sich bestätigen, dass das CO₂-Laser-Resurfacing in Bezug auf die PatientInnenzufriedenheit gängigen Vortherapien überlegen ist. Die letzten beiden Hypothesen zusammen genommen sagen somit aus, dass Patienten/Patientinnen mit dem Resultat der CO₂-Laser-Behandlung zufriedener sind, die allgemeine Zufriedenheit jedoch nicht von vorausgehenden Behandlungen abhängig ist.

7.4.1 Weitere Ergebnisse

Im Folgenden sollen die nach Indikation getrennten Ergebnisse näher betrachtet werden. Dabei wird auf interessante Erkenntnisse eingegangen, die während der Auswertung zu Tage traten.

So zeigt die Studie, dass Patienten/Patientinnen die aufgrund von Falten eine CO₂-Laser-Behandlung in Anspruch nehmen, die geringsten Schmerzen empfinden (Mittelwert: 4,71). Im Gegensatz dazu geben Patienten/Patientinnen, die ihre durch Akne bedingten Narben lasern lassen, die größten Schmerzen an (Mittelwert: 6,38). Dies spricht dafür das Narbengewebe sensibler gegenüber der Behandlungsmethode ist, und folglich eine potentere Anästhesie verlangt oder Akne-Patienten/Patientinnen an sich schmerzempfindlicher sind als Patienten/Patientinnen die sich aufgrund von Falten einer Laserbehandlung unterziehen.

Diese Annahme unterstützend sieht sich das Ergebnis der nach Indikation getrennten Zufriedenheit. So sind Falten-Patienten/Patientinnen weniger zufrieden (Mittelwert: 3,57) als Akne-Patienten/Patientinnen (Mittelwert: 3,0). Das könnte so interpretiert werden: Durch die höhere Sensibilität des Narbengewebes steigt somit nicht nur die Schmerzintensität, sondern verbessern sich auch die erzielten Resultate. Andererseits

könnten Falten-Patienten/Patientinnen eine höhere Erwartungshaltung, und dadurch eine höhere Schmerzschwelle haben, sind jedoch kritischer in der Beurteilung des Ergebnisses. Ein weiteres Erklärungsmodell wäre die Möglichkeit, dass Akne-Patienten/Patientinnen einen höheren Leidensdruck verspüren und somit schon bei geringgradiger Besserung des Hautbilds eine Erleichterung verspüren, und folglich die erzielten Resultate positiver beurteilen.

Patienten/Patientinnen die aufgrund nicht-Akne bedingter Narben behandelt wurden, zeigen eine noch höhere Zufriedenheit (Mittelwert: 2,67). Ebenso hoch ist die Zufriedenheit der Gruppe der ‚Pigmentflecken‘.

Betrachtet man die Aufschlüsselung der Frage nach einer Behandlungswiederholung zeigt sich, dass vor allem Patienten/Patientinnen die aufgrund von nicht-Akne bedingten Narben behandelt wurden, die Therapie wiederholen würden (5 von 6 Personen). Im Gegensatz dazu würden lediglich die Hälfte der Akne-Patienten/Patientinnen eine erneute Sitzung in Betracht ziehen. Ursache dafür ist vermutlich die Tatsache, dass erstgenannte Gruppe oftmals nur eine Teilbehandlung des Gesichts erfährt. Dadurch fällt die Behandlungsdauer und folglich die Schmerzdauer kürzer aus, und auch etwaige Nebenwirkungen treten nicht im gesamten Gesicht auf. Die Frage nach der Behandlungsempfehlung zeigt in den Indikationsgruppen ähnliche Ergebnisse und unterstützen diese Theorie.

Zusätzlich ist festzustellen, dass in der Kategorie ‚Akne bedingte Narben‘ der fraktionierte CO₂-Laser weniger zufriedenstellende Resultate als diverse Vortherapien erzielt. Nur 2 von 6 Personen sind mit dem Ergebnis des Lasers zufriedener. Dies könnte ein weiterer Grund sein, weshalb diese Gruppe an Patienten/Patientinnen einer Folgebehandlung eher ablehnend gegenübersteht.

7.4.2 Nebenwirkungen

Bei den erhobenen Nebenwirkungen ist zu erwähnen, dass den befragten Teilnehmer/Teilnehmerinnen keine Vorauswahl gegeben wurde. Die daraus folgenden Ergebnisse reflektieren somit nicht alle tatsächlichen aufgetretenen Nebenwirkungen der Behandlung, sondern lediglich jene, die von Seiten der Patienten/Patientinnen wahrnehmbar, Erinnerungswürdig und erwähnenswert waren.

Am häufigsten wurden eine Schwellung und eine Rötung des Behandlungsareals, sowie ein unangenehmes Spannungsgefühl der Haut als Nebenwirkungen angegeben. Des Weiteren wurden eine post-therapeutische Krustenbildung und eine Schälung der Hautschichten

erwähnt. Diese (Neben-)Wirkungen treten als Folge der traumatischen semi-invasiven Behandlung und der anschließenden Wundheilungsphasen natürlicherweise auf. Diese Veränderungen sind im Rahmen einer Resurfacing-Therapie und der Hautregeneration physiologisch und markieren den Prozess der Hauterneuerung. Zu erwähnen ist, dass die Studienteilnehmer/Studienteilnehmerinnen dahingehend sehr gut informiert waren. Einige Personen erwähnten, dass die oben genannten Wirkungen die natürlichen Reaktionen der Haut auf die Therapie darstellen und sie in Bezug darauf im Vorfeld der Therapie aufgeklärt wurden.

Drei Patienten/Patientinnen (10,7%) gaben an überhaupt keine Nebenwirkungen erfahren zu haben. Anzunehmen ist jedoch, dass auch diese Personen zumindest eine kleine Rötung entwickelten, diese jedoch nicht als Nebenwirkung empfanden, sondern ebenfalls als natürliche Reaktion der Hautregeneration.

Zwei Personen (7,1%) entwickelten im Anschluss an die Therapie eine Herpes-simplex-Infektion. Dieser Prozentsatz liegt über der durchschnittlichen Inzidenz von 1-2% (60), was möglicherweise der geringen Stichprobenmenge geschuldet ist. Eine Person gab eine kleine Blutungsstelle als Folge der Behandlung an.

In der Gruppe, welche aufgrund von Pigmentflecken therapiert wurde, gaben 2 der 6 Personen ein Wiederauftreten der Pigmentflecken an. Eine weitere Person erwähnte ein lediglich vorübergehendes Wiederauftreten. In sämtlichen anderen Indikationsgruppen traten keine Pigmentflecken oder Hyperpigmentierungen – in der Literatur mit einer Inzidenz von bis zu 12% beschrieben (60) – als Reaktion auf. Auch andere in der Literatur beschriebene Komplikationen wie bakterielle Infektionen, hypertrophe Narbenbildung oder auch eine post-therapeutische Hypopigmentierung konnten in dieser Befragung nicht festgestellt werden. Zu erwähnen ist erneut, dass es sich hierbei um die Schilderungen der Patienten/Patientinnen selbst handelt und um keine protokollierte Nachuntersuchung.

Als Nebeneffekte der Behandlung oder störende Nachsorgemaßnahmen kann man die folgenden zwei Punkte bezeichnen. So wurde die Notwendigkeit der Vermeidung von Sonnenlicht, in den ersten Tagen nach der Behandlung, von drei Personen als unangenehm empfunden. Für zwei Personen war der Geruch, der während der Lasertherapie auftritt, unerfreulich und störend.

7.4.3 Limitationen der Studie

Die Durchführung und Auswertung der Studie wurde so objektiv und standardisiert wie möglich durchgeführt. Trotzdem gibt es bestimmte Limitationen die berücksichtigt werden müssen.

Zum einen ist anzumerken, dass ein wesentlich höherer Anteil an Frauen an der Studie teilgenommen hat. Bei lediglich zwei männlichen von insgesamt 28 Teilnehmern/Teilnehmerinnen, kann keine valide, nach Geschlechtern getrennte Auswertung erfolgen. Auf der anderen Seite spricht der geringe Anteil an männlichen Probanden dafür, dass Frauen weitaus häufiger eine fraktionierte CO₂-Laser-Behandlung in Anspruch nehmen. Dies kann eventuell auf einen stärkeren Wunsch nach einer ästhetisch ansprechenden Haut, oder aber auf einen breiteren Wissensstand bezüglich Resurfacing-Verfahren deuten.

Kritisch ist ebenfalls anzumerken, dass die persönliche Erwartungshaltung der Patienten/Patientinnen einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Zufriedenheit und das Schmerzerleben nimmt.

Des Weiteren ist durch die subjektive Befragungsmethode keine objektive Auswertung der erzielten Behandlungsergebnisse gegeben.

8 Conclusio

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es eine Reihe an Möglichkeiten gibt, der Hautalterung entgegen zu wirken. An erster Stelle stehen eindeutig die prophylaktischen Maßnahmen, die für jeden einzelnen eine gute Basis darstellen. Am Wichtigsten ist hierbei der Schutz gegen die UV-Strahlung, welcher bereits in jungen Jahren angewandt werden kann und soll. Doch auch ein gesunder, aktiver Lebensstil und die richtige Ernährung sind wichtige Partner im Kampf gegen die Hautalterung.

An zweiter Stelle stehen die therapeutischen Maßnahmen, die Folgen der Hautalterung rückgängig machen und wieder zu einem jüngeren Erscheinungsbild der Haut führen. Hierbei haben sich chemische und mechanische Peelings, dermale Filler und Botulinum-Injektionen, sowie Microneedling, Dermabrasion und Laser-Verfahren als effektive Methoden der Rejuvenation bewährt. Von großer Bedeutung für das Resultat dieser Therapieverfahren ist ein an die Wünsche des/der Patienten/Patientin angepasstes Konzept, sowie eine genaue Kenntnis der Anwendung, um mögliche unerwünschte Folgen zu vermeiden.

Der fraktionierte CO₂-Laser, als Fokus dieser Arbeit, erzielt gute Resultate als Tool gegen die Folgen der Hautalterung, oftmals jedoch nicht in dem Ausmaß wie von den Patienten/Patientinnen gewünscht, beziehungsweise erwartet. Diese Erwartungshaltung nimmt großen Einfluss auf die Zufriedenheit mit dem Resultat, weshalb im Vorfeld eine genaue Aufklärung erfolgen muss. Im Gegensatz dazu nehmen vorausgegangene Therapien mit anderen Resurfacing-Verfahren keinen Einfluss auf die Zufriedenheit.

Eine weitere Erkenntnis ist, dass Narbengewebe möglicherweise sensibler gegenüber dem fraktionierten CO₂-Laser ist. Dafür spricht einerseits die gesteigerte Schmerzempfindlichkeit während der Behandlung, andererseits die subjektiv empfundenen besseren Resultate. Auf der anderen Seite könnte jedoch auch ein größerer Leidensdruck der Gruppe an Patienten/Patientinnen, die aufgrund von Narben behandelt wurden, dazu führen, dass objektiv gleichwertige Resultate subjektiv positiver bewertet werden.

Zusätzlich zeigte die Studie, dass der fraktionierte CO₂-Laser anderen Resurfacing-Verfahren im Bereich der PatientInnenzufriedenheit leicht überlegen ist.

8.1 Ausblick

Die vorliegende Arbeit könnte Grundlage für eine Reihe an Folgestudien darstellen. Zum einen wäre es interessant festzustellen, warum der Frauenanteil so viel höher als der

Männeranteil ist. Sind Männer grundsätzlich skeptisch gegenüber den verschiedenen Rejuvenation/Resurfacing-Methoden eingestellt oder liegt es an einem geringeren Interesse am Erscheinungsbild der eigenen Haut? Kann auch ein geringerer Informationsstand Ursache dieser Tatsache sein?

Ein weiteres Thema einer Folgebefragung könnte der Grund für die Vermeidung von Folgebehandlungen darstellen. Da wiederholte Therapiesitzungen zu einer Verbesserung des Resultats führt, kann eine solche Befragung die Antworten für die Ablehnung liefern.

Von wichtiger Bedeutung ist vor allem die Frage, in wie weit die persönliche Erwartungshaltung an die Behandlung selbst, sowie an deren Resultate eine Rolle in Bezug auf die Zufriedenheit spielt.

9 Literaturverzeichnis

1. Anderhuber Friedrich, Pera Franz, Streicher Johannes. Waldeyer - Anatomie des Menschen, Lehrbuch und Atlas in einem Band [Internet]. Berlin, Boston: De Gruyter; 2012 [zitiert 16. Mai 2018]. Verfügbar unter: <https://www.degruyter.com/view/product/44108>
2. Kohl E, Steinbauer J, Landthaler M, Szeimies R-M. Skin ageing. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 1. August 2011;25(8):873–84.
3. Krutmann J, Diepgen T, Billmann-Krutmann C. Hautalterung: Grundlagen - Prävention - Therapie [Internet]. Springer Berlin Heidelberg; 2008. Verfügbar unter: <https://books.google.at/books?id=QLAnBAAAQBAJ>
4. Kaufmann R, Zouboulis CC. Haut und Alter. *Hautarzt*. 1. Februar 2016;67(2):92–92.
5. Sjerobabski-Mashec I, Situm M. Skin aging. *Acta Clin Croat*. Dezember 2010;49(4):515–8.
6. Keaney T. Aging in the Male Face: Intrinsic and Extrinsic Factors. *Dermatol Surg*. 2016;42(7):797–803.
7. Meigel E-M. Anti-Aging-Medizin in der dermatologischen Praxis. *Hautarzt*. 1. April 2005;56(4):321–7.
8. Grether-Beck S, Wlaschek M, Krutmann J, Scharffetter-Kochanek K. Photoschädigung und Photoalterung – Prävention und Behandlung. *JDDG J Dtsch Dermatol Ges*. 1. September 2005;3:S19–25.
9. Makrantonaki E, Vogel M, Scharffetter-Kochanek K, Zouboulis CC. Molekulares Verständnis der ex- und intrinsischen Vorgänge. *Ästhetische Dermatol Kosmetol*. 1. April 2016;8(2):28–36.
10. Makrantonaki E, Vogel M, Scharffetter-Kochanek K, Zouboulis CC. Hautalterung. *Hautarzt*. 1. Oktober 2015;66(10):730–7.
11. Makrantonaki E, Pfeifer GP, Zouboulis CC. Endogene Faktoren, Gene und Hautalterung. *Hautarzt*. 1. Februar 2016;67(2):103–6.
12. Fitzpatrick RE, Mehta RC. Cellular Growth Factors. In: *Cosmetic Dermatology* [Internet]. Wiley-Blackwell; 2010. S. 302–8. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1002/9781444317657.ch37>
13. Bayerl C. Hautalterung und evidenzbasierte topische Anti-Aging-Strategien. *Hautarzt*. 1. Februar 2016;67(2):140–7.
14. Saluja S, Fabi S, MD F. A Holistic Approach to Antiaging as an Adjunct to

- Antiaging Procedures: A Review of the Literature. *Dermatol Surg.* 2017;43(4):475–84.
15. Alam M, Havey J. Photoaging. In: *Cosmetic Dermatology* [Internet]. Wiley-Blackwell; 2010. S. 13–21. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1002/9781444317657.ch2>
 16. Hautkrebs U. Cutis rhomboidalis nuchae und beruflicher. *Dermatol Beruf Umw.* 2015;63(4):137–40.
 17. Krutmann J, Schikowski T, Hüls A, Vierkötter A, Grether-Beck S. Umweltinduzierte (extrinsische) Hautalterung. *Ästhetische Dermatol Kosmetol.* 1. Februar 2017;9(1):27–30.
 18. Schroeder P, Calles C, Benesova T, Macaluso F, Krutmann J. Photoprotection beyond ultraviolet radiation--effective sun protection has to include protection against infrared A radiation-induced skin damage. *Skin Pharmacol Physiol.* 2010;23(1):15–7.
 19. Krutmann J, Liu W, Li L, Pan X, Crawford M, Sore G, u. a. Pollution and skin: from epidemiological and mechanistic studies to clinical implications. *J Dermatol Sci.* Dezember 2014;76(3):163–8.
 20. Yin L, Morita A, Tsuji T. Skin aging induced by ultraviolet exposure and tobacco smoking: evidence from epidemiological and molecular studies. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* August 2001;17(4):178–83.
 21. Kanis JA, Johnell O, Oden A, Johansson H, De Laet C, Eisman JA, u. a. Smoking and fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporos Int J Establ Result Coop Eur Found Osteoporos Natl Osteoporos Found USA.* Februar 2005;16(2):155–62.
 22. Lerch M, Murer C. Moderner Lifestyle – Dermatologische Kosmetik. *Ther Umsch.* 1. November 2016;73(11):687–93.
 23. Sunscreen FAQs | American Academy of Dermatology [Internet]. [zitiert 29. Mai 2018]. Verfügbar unter: <https://www.aad.org/media/stats/prevention-and-care/sunscreen-faqs>
 24. Krutmann J, Stege H. Lichtschutz. *Hautarzt.* 1. Mai 2017;68(5):348–348.
 25. Chiu P-C, Chan C-C, Lin H-M, Chiu H-C. The clinical anti-aging effects of topical kinetin and niacinamide in Asians: a randomized, double-blind, placebo-controlled, split-face comparative trial. *J Cosmet Dermatol.* Dezember 2007;6(4):243–9.
 26. Levin J, Momin SB. How much do we really know about our favorite cosmeceutical ingredients? *J Clin Aesthetic Dermatol.* Februar 2010;3(2):22–41.
 27. Varila E, Rantala I, Oikarinen A, Risteli J, Reunala T, Oksanen H, u. a. The effect of topical oestradiol on skin collagen of postmenopausal women. *Br J Obstet Gynaecol.* Dezember 1995;102(12):985–9.

28. Danby FW. Nutrition and aging skin: sugar and glycation. *Clin Dermatol*. August 2010;28(4):409–11.
29. Gkogkolou P, Böhm M. Advanced glycation end products: Key players in skin aging? *Dermatoendocrinol*. 1. Juli 2012;4(3):259–70.
30. Purba MB, Kouris-Blazos A, Wattanapenpaiboon N, Lukito W, Rothenberg EM, Steen BC, u. a. Skin wrinkling: can food make a difference? *J Am Coll Nutr*. Februar 2001;20(1):71–80.
31. Crane JD, MacNeil LG, Lally JS, Ford RJ, Bujak AL, Brar IK, u. a. Exercise-stimulated interleukin-15 is controlled by AMPK and regulates skin metabolism and aging. *Aging Cell*. August 2015;14(4):625–34.
32. Oyetakin-White P, Suggs A, Koo B, Matsui MS, Yarosh D, Cooper KD, u. a. Does poor sleep quality affect skin ageing? *Clin Exp Dermatol*. Jänner 2015;40(1):17–22.
33. Kahan V, Andersen ML, Tomimori J, Tufik S. Can poor sleep affect skin integrity? *Med Hypotheses*. Dezember 2010;75(6):535–7.
34. Buchmann N, Spira D, Norman K, Demuth I, Eckardt R, Steinhagen-Thiessen E. Sleep, Muscle Mass and Muscle Function in Older People: A Cross-Sectional Analysis Based on Data From the Berlin Aging Study II (BASE-II). *Dtsch Ärztebl Int*. April 2016;113(15):253–60.
35. Dunn JH, Koo J. Psychological Stress and skin aging: a review of possible mechanisms and potential therapies. *Dermatol Online J*. 15. Juni 2013;19(6):18561.
36. Mind and body approaches for stress. [Internet]. 2018. Verfügbar unter: <https://nccih.nih.gov/health/providers/digest/mind-body-stress-science>
37. Albert AM, Ricanek K, Patterson E. A review of the literature on the aging adult skull and face: implications for forensic science research and applications. *Forensic Sci Int*. 2. Oktober 2007;172(1):1–9.
38. Gauglitz GG, Podda M. Therapiekonzepte zur Behandlung des „alternden Gesichts“. *Hautarzt*. 1. Oktober 2015;66(10):738–43.
39. Fischer TC, Perosino E, Poli F, Viera MS, Dreno B, Cosmetic Dermatology European Expert Group. Chemical peels in aesthetic dermatology: an update 2009. *J Eur Acad Dermatol Venereol JEADV*. März 2010;24(3):281–92.
40. Weller RB, Hunter HJA, Mann MW. Cosmetic Dermatology. In: *Clinical Dermatology* [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2014. S. 323–33. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1002/9781118938164.ch22>
41. Monheit GD. Peels. In: *Facial Resurfacing* [Internet]. Wiley-Blackwell; 2010. S. 1–

19. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1002/9781444318395.ch1>
42. Monheit G. Skin preparation: an essential step before chemical peeling or laser resurfacing. *Cosmet Dermatol-CEDAR KNOLLS-*. 1996;9(9):9–14.
43. Fattahi TT. An overview of facial aesthetic units. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg*. Oktober 2003;61(10):1207–11.
44. Monheit GD. Chemical peels. *Skin Ther Lett*. Februar 2004;9(2):6–11.
45. Burke KE. Antiaging Regimens. In: *Cosmetic Dermatology* [Internet]. Wiley-Blackwell; 2010. S. 480–7. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1002/9781444317657.ch59>
46. Christophel J, MD M, Elm C, Endrizzi B, Hilger P, Zelickson B. A Randomized Controlled Trial of Fractional Laser Therapy and Dermabrasion for Scar Resurfacing. *Dermatol Surg*. 2012;38(4):595–602.
47. Hou A, Cohen B, Haimovic A, Elbuluk N. Microneedling: A Comprehensive Review. *Dermatol Surg Off Publ Am Soc Dermatol Surg Al*. März 2017;43(3):321–39.
48. Doddaballapur S. Microneedling with Dermaroller. *J Cutan Aesthetic Surg*. 2009;2(2):110–1.
49. Dogra S, Yadav S, Sarangal R. Microneedling for acne scars in Asian skin type: an effective low cost treatment modality. *J Cosmet Dermatol*. 2014;13(3):180–7.
50. Kaplan H, Gat A. Clinical and histopathological results following TriPollar radiofrequency skin treatments. *J Cosmet Laser Ther Off Publ Eur Soc Laser Dermatol*. Juni 2009;11(2):78–84.
51. Preissig J, Hamilton K, Markus R. Current Laser Resurfacing Technologies: A Review that Delves Beneath the Surface. *Semin Plast Surg*. August 2012;26(3):109–16.
52. Lowe NJ. Minimally Invasive Treatments and Procedures for Ageing Skin. In: *Rook's Textbook of Dermatology* [Internet]. Wiley-Blackwell; 2010. S. 1–14. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1002/9781444317633.ch80>
53. Sadick NS, Manhas-Bhutani S, Krueger N. A novel approach to structural facial volume replacement. *Aesthetic Plast Surg*. April 2013;37(2):266–76.
54. Matarasso A, Matarasso SL, Brandt FS, Bellman B. Botulinum A exotoxin for the management of platysma bands. *Plast Reconstr Surg*. Februar 1999;103(2):645–52; discussion 653-655.
55. Gauglitz GG. Nebenwirkungen der minimal-invasiven ästhetischen Behandlung. *Complications associated with aesthetic procedures*. *MMW-Fortschritte Med*. 2015;157(9):47–50.

56. Zimbler M, Undavia S. Update on the effect of botulinum toxin pretreatment on laser resurfacing results. *Arch Facial Plast Surg*. 2012;14(3):156–8.
57. Gaitan S, Markus R. Anesthesia methods in laser resurfacing. *Semin Plast Surg*. August 2012;26(3):117–24.
58. Tierney E, Hanke W, MD M, Petersen J, Bartley T, Eckert J, u. a. Clinical and Echographic Analysis of Ablative Fractionated Carbon Dioxide Laser in the Treatment of Photodamaged Facial Skin. *Dermatol Surg*. 2010;36(12):2009–21.
59. CIOCON D, ENGELMAN D, HUSSAIN M, GOLDBERG D, MD J. A Split-Face Comparison of Two Ablative Fractional Carbon Dioxide Lasers for the Treatment of Photodamaged Facial Skin. *Dermatol Surg*. 2011;37(6):784–90.
60. Aslam A, MBChB M, Alster T. Evolution of Laser Skin Resurfacing: From Scanning to Fractional Technology. *Dermatol Surg*. 2014;40(11):1163–72.
61. Obagi S, Kranendonk S. Skin Rejuvenation. In: *Cosmesis of the Mouth, Face and Jaws* [Internet]. John Wiley & Sons, Inc.; 2012. S. 131–151. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1002/9781118704677.ch10>
62. Darné S, Hiscutt EL, Seukeran DC. Evaluation of the clinical efficacy of the 1,450 nm laser in acne vulgaris: a randomized split-face, investigator-blinded clinical trial. *Br J Dermatol*. Dezember 2011;165(6):1256–62.
63. Goldman MP, Liolios AM. CO2 Laser Resurfacing: Confluent and Fractionated. In: *Cosmetic Dermatology* [Internet]. John Wiley & Sons, Ltd; 2015. S. 412–28. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1002/9781118655566.ch47>
64. GOODMAN G, MBBS F. Carbon Dioxide Laser Resurfacing: Preliminary Observations on Short-Term Follow-up: A Subjective Study of 100 Patients' Attitudes and Outcomes. *Dermatol Surg*. 1998;24(6):665–72.
65. Nanni CA, Alster TS. Complications of carbon dioxide laser resurfacing. An evaluation of 500 patients. *Dermatol Surg Off Publ Am Soc Dermatol Surg Al*. März 1998;24(3):315–20.
66. Campbell T, Goldman M. Adverse Events of Fractionated Carbon Dioxide Laser: Review of 373 Treatments. *Dermatol Surg*. 2010;36(11):1645–50.
67. BIN CS, JU LS, MOON KJ, KOO KY, SOON CW, HO OS. The Efficacy and Safety of 10,600-nm Carbon Dioxide Fractional Laser for Acne Scars in Asian Patients. *Dermatol Surg*. 35(12):1955–61.
68. Zenzie HH, Altshuler GB, Smirnov MZ, Anderson RR. Evaluation of cooling methods for laser dermatology. *Lasers Surg Med*. 2000;26(2):130–44.

Anhang – Fragebogen

Fragebogen: PatientInnenzufriedenheit nach fraktioniertem CO2-Laser-Resurfacing

Nr.: XY

1.) Indikation – Teilbehandlung/Full Face

- Falten Akne-Narben

2.) Nebenwirkungen, Verträglichkeit

3.) Schmerzerleben (Skala: 0(keine Schmerzen) – 10(größte Schmerzen))

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4.) Zufriedenstellendes Ergebnis (Skala: 1(sehr zufrieden) – 5(nicht zufrieden))

1 2 3 4 5

5.) Würden Sie die Behandlung wiederholen? Wenn nein, warum nicht?

- Ja Nein

Wenn nein:

6.) Würden Sie die Behandlung weiterempfehlen?

- Ja Nein

7.) Vortherapien. Wenn ja, welche?

- Ja Nein

Wenn ja:

8.) Sind Sie mit dem Ergebnis der CO2-Laser-Behandlung zufriedener, als mit den Vortherapien?

- Ja Nein

9.) Wurde eine Fotodokumentation durchgeführt?

- Ja Nein

Abbildung 18: Fragebogen PatientInnenzufriedenheit