

**Diplomarbeit**

**Mobile Teledermatologie in der Betreuung von Patienten und Patientinnen mit schwerer Akne**

eingereicht von

**Regina, Samantha, Evelyn Kröck**

Geburtsdatum: 17.07.1987

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor(in) der gesamten Heilkunde  
(Dr. med. univ.)**

an der

**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt am

**Institut/Klinik für Dermatologie und Venerologie, LKH Graz**

unter der Anleitung von

**Prof. Dr. Rainer Hofmann-Wellenhof**

und

**Priv. Doz. Dr. Julia Frühauf, MSc**

Graz, am.....

---

Unterschrift

*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, am.....

---

Unterschrift

## Danksagung

Bei meinen beiden Betreuern Herrn ao.Univ.-Prof. Dr.med.univ. Reiner Hofmann-Wellenhof und Frau Priv.-Doz.in Dr.in med.univ. Julia Frühauf, MSc. möchte ich mich ganz herzlich für die gute Betreuung bei der Erstellung dieser Diplomarbeit bedanken. Beide haben im Rahmen eines Seminars über Telemedizin mein Interesse für dieses Thema geweckt und damit dazu beigetragen, dass ich die Diplomarbeit über diesen spannenden Bereich der Dermatologie geschrieben habe. Während der Studie und der Erstellung der Arbeit hatten beide immer ein offenes Ohr für alle meine Fragen und haben mir viele wertvolle Hinweise und Ratschläge gegeben.

Mein Dank gilt auch den übrigen Mitarbeitern der Medizinischen Universität Graz, die an der Studie beteiligt waren: Frau Dr.in med.univ. Edith Arzberger, die immer zur Stelle war, wenn Hilfe benötigt wurde, und dem Fotografen Werner Stieber, der unsere Patienten im Rahmen der klinischen Visiten fotografiert hat. Vielen Herzlichen Dank auch an Herrn DI (FH) Simon Pucher von e-derm-consult GmbH, der die Handyapplikation gemeinsam mit Frau Priv.-Doz.in Dr.in med.univ. Julia Frühauf, MSc. entwickelt und den Studienserver betreut hat und den ich bei allen technischen Fragen kontaktieren durfte.

Ein großes Dankeschön geht natürlich auch an alle PatientInnen, die an der Studie teilgenommen haben.

Mein Freund Dominik Wachter war mir während der gesamten Arbeitszeit eine große Stütze. Er war ein guter Diskussionspartner, er hat mich wieder aufgebaut, wenn ich auf Schwierigkeiten gestoßen bin, und er hat mich in die Benutzung des Statistikprogramms R eingewiesen, vielen Dank dafür.

Bei Frau Mag. Isabella Wachter möchte ich mich für die guten Hinweise zu den Feinheiten von Rechtschreibung und Grammatik bedanken.

Zuletzt gilt mein großer Dank meinen Eltern und meiner ganzen Familie, die mir dieses Studium erst ermöglicht haben und die immer für mich da sind.

## Zusammenfassung

**Hintergrund:** Die vermutlich häufigste Anwendung der Teledermatologie, welche sich mit der Gewährleistung dermatologischer Dienstleistung mittels Informations- und Kommunikationstechnologien beschäftigt, ist die Betreuung von chronisch Erkrankten. Obwohl Akne eine häufige chronische Hauterkrankung ist, findet man bislang nur wenige Outcome-Studien über teledermatologische Betreuungsformen von Aknepatienten und keine, welche Patienten mit schwerer Akne berücksichtigten.

**Zielsetzung:** Ziel der Studie ist der Vergleich einer mobilen teledermatologischen Betreuung von Patienten mit schwerer Akne mit einer konventionellen Betreuung hinsichtlich Remissionsrate, Nebenwirkungsrate, Drop out Rate und subjektivem Therapienutzen der Patienten. Zudem wurden die Patientenzufriedenheit mit der teledermatologischen Therapieform und der damit verbundene organisatorische Aufwand erhoben.

**Methode:** Im Rahmen der prospektiven randomisierten Studie wurden 69 Patienten mit schwerer Akne über 24 Wochen teledermatologisch oder konventionell an der Klinik betreut und erhielten eine Behandlung mit Isotretinoin. Die teledermatologischen Studienteilnehmer schickten dabei alle zwei Wochen mit einem Studienhandy klinische Daten und Fotografien ihrer Akneläsionen an einen Studienserver. Innerhalb von 24 Stunden erhielten sie via E-Mail-to-SMS-exchange Therapieanweisungen an ihr Smartphone übermittelt. Die Patienten der klinischen Kontrollgruppe absolvierten alle vier Wochen ambulante Visiten.

**Ergebnis:** Zwischen der teledermatologischen und der klinischen Studiengruppe konnten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich Remissionsrate (TLC:  $\Delta=89,08$ ; TLC:  $\Delta=91,21$ ;  $p=0,95$ ), Nebenwirkungsrate (64%; 75%;  $p=0,55$ ), Drop out Rate (29,41%; 20%;  $p=0,41$ ) und Patientenzufriedenheit (PBI=1,28; PBI=1,68;  $p=0,38$ ) festgestellt werden. Die teledermatologischen Patienten vertrauten der Teledermatologin und schätzten die Zeitersparnis durch diese Betreuungsform.

**Erkenntnis:** Die mobile teledermatologische Betreuung von Patienten mit schwerer Akne ist einer konventionellen Betreuung ebenbürtig. Unter der Voraussetzung, dass die Patienten bereit sind, ihre teledermatologischen Visiten gewissenhaft zu absolvieren, stellt Teledermatologie eine sichere und akzeptierte Alternative zu der herkömmlichen Betreuungsform dar.

## Abstract

**Background:** One of the most common applications of teledermatology, which provides medical services in the field of dermatology using information and communication technologies, is probably the monitoring of patients with chronic diseases. Even though acne is a very common chronic disease, there are only a few studies, evaluating the clinical outcome of such patients and to date, there has been no study focusing on patients with severe acne.

**Objective:** The purpose of the study was to compare a mobile telemonitoring service with conventional clinical care regarding remission rate, rate of side effects, dropout rate and patient benefit from therapy. In addition, patient satisfaction with the teledermatology service and patients' organizational efforts, associated with this mode of care this mode of care were analyzed.

**Method:** In this prospective trial, 69 patients were randomly allocated either to the telemonitoring or the conventional, clinical group. All patients received isotretinoin treatment over 24 weeks. The patients of the telemonitoring study group transmitted clinical data (e.g. historical information and photographs of facial lesions) to a server every two weeks using a study-smartphone. Within 24 hours, they received their treatment instructions via Email-to-SMS exchange to their smartphones. Patients of the control group conducted outpatient visits in a 4-week interval.

**Results:** There was no significant difference between the telemonitoring and the control group with regard to remission rate (TLC:  $\Delta= 89,08$ ; TLC:  $\Delta= 91,21$ ;  $p=0,95$ ), rate of side effects (64%; 75%;  $p=0,55$ ), dropout rate(29,41%; 20%;  $p=0,41$ ) or patient-perceived benefit from therapy (PBI=1,28; PBI=1,68;  $p=0,38$ ).

Teledermatology patients felt confident in the answers given by the teledermatologist and they appreciated teledermatology as a convenient and time- saving tool.

**Conclusion:** Teledermatology services may produce outcomes that are equivalent to those of conventional, clinical consultations. Providing that patients contribute to the treatment by attending their mobile regularly, telemonitoring is a safe and accepted alternative to clinical care.

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	viii
Abbildungsverzeichnis .....	x
Tabellenverzeichnis.....	xi
Einführende Bemerkungen.....	xii
1 Telemedizin.....	1
1.1 Einführung.....	1
1.2 Telemedizinische Kommunikations- Modelle .....	4
1.2.1 Store- and- Forward-Telemedizin .....	4
1.2.2 Real-Time-Telemedizin.....	7
1.3 Anwendungsmöglichkeiten von Telemedizin .....	10
1.3.1 Teleradiologie .....	10
1.3.2 Chirurgische Anwendungen der Telemedizin.....	12
1.3.3 Internistische Anwendungen der Telemedizin .....	15
1.3.4 Telemedizin in Entwicklungsländern.....	18
2 Teledermatologie .....	21
2.1 Einführung.....	21
2.2 Standard Teledermatologie .....	25
2.3 Mobile Teledermatologie.....	27
2.4 Teledermatologie in der Behandlung von Akne .....	31
3 Akne vulgaris .....	34
3.1 Epidemiologie und Pathophysiologie .....	34
3.2 Beeinflussungen von physischer und psychischer Gesundheit.....	38
3.3 Diagnostik und Beurteilung von Akne vulgaris .....	40
3.3.1 Differentialdiagnosen der Akne vulgaris .....	40
3.3.2 Beurteilung des Schweregrades von Akne vulgaris.....	41
3.3.3 Weitergehende Diagnostik .....	44
3.4 Therapie der Akne vulgaris .....	45
3.4.1 Topische Therapie .....	46
3.4.2 Systemische Therapie.....	47
3.5 Therapieadhärenz von Akne Patienten verstehen und verbessern.....	51
4 Studie .....	55

4.1 Einführung.....	55
4.2 Material und Methode.....	56
4.2.1 Setting und Studienpopulation .....	56
4.2.2 Studiendesign und Studienablauf .....	56
4.2.3 Statistische Analyse .....	62
4.3 Ergebnisse .....	64
4.3.1 Beschreibung der Studienteilnehmer .....	64
4.3.2 Analyse des Schweregrades der Akne im Verlauf der Therapie .....	64
4.3.3 Analyse der Drop out Raten .....	65
4.3.4 Vergleich der Nebenwirkungsraten .....	67
4.3.5 Patient Benefit Index (PBI).....	69
4.3.6 Analyse des logistischen Aufwandes einer klinischen Visite .....	69
4.3.7 Zufriedenheit der teledermatologischen Studienteilnehmer mit der Form der Betreuung.....	73
4.4 Diskussion .....	75
4.4.1 Übertragbarkeit der Ergebnisse auf ein allgemeines Patientenkollektiv.....	75
4.4.2 Diskussion der objektiven und subjektiven Therapieergebnisse .....	75
4.4.3 Diskussion der Drop out Raten .....	76
4.4.4 Diskussion der Nebenwirkungsraten.....	78
4.4.5 Aufwand und Beeinflussung der Lebensqualität.....	79
4.4.6 Allgemeine Einschränkungen des Studienergebnisses .....	81
5 Zusammenfassende Erkenntnis .....	82
6 Literaturverzeichnis .....	88
7 Anhang .....	I
7.1 Patient Benefit Index.....	I
7.1.1 Patient Needs Questionnaire .....	I
7.1.2 Patient Benefit Questionnaire .....	II
7.1.3 Berechnung des PBI .....	II
7.2 Abfrage des logistischen Aufwands einer klinischen Visite.....	III
7.3 Zufriedenheitsbefragung der teledermatologischen Studienteilnehmer .....	VI
7.3.1 Übersicht über die Abfragen .....	VI
7.3.2 Auszug aus der Onlineabfrage.....	VI

## **Abkürzungsverzeichnis**

AESOP	Automated Endoscopic System for Optimal Positioning
BPO	Benzoylperoxid
CD4	Cluster of Differentiation 4
DHEA-S	Dehydroepiandrosteronesulfat
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine- Standard
e.g.	exempli gratia, zum Beispiel
EKG	Elektrokardiogramm
GEA-Score	Global Evaluation of Acne-Score
GMS	Global System for Mobil Communication
GPRS	General Packet Radio Service
HbA1c	glykosyliertes Hämoglobin
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
JPEG	Joint Photographic Experts Group-Norm
m	männlich
max.	maximal
NASA	National Aeronautics and Space Administration
P. aknes	Propionibacterium aknes
PACS	Picture Archiving and Communication System
PBI	Patients Benefit Index
PBQ	Patients Benefit Questionnaire
PDA	Personal Digital Assistant
PNQ	Patients Needs Questionnaire
PPAR	Peroxisom-Proliferation-aktivierenden-Rezeptoren

QR-Code	Quick Response-Code
RIS	Radiologie Information Systems
SAHA- Syndrom Syndrom	Seborrhoe, Akne, Hirsutismus, androgenetische Alopezie-
SAPHO- Syndrom	Synovitis, Akne, Pustulosis, Hyperostose, Osteitis-Syndrom
SMS	Short Message Service
SSL	Secure Sockets Layer
STARPAHC Care	Space Technology Applied to Rural Papago Advanced Health
TLC	Total Lesion Count
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
USA	United States of America
UV-Licht	Ultraviolettes Licht
w	weiblich
W-LAN	Wireless Local Area Network

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Menschen mit Zugang zum Internet pro 100 Einwohner .....	2
Abbildung 2: Store-and-Forward-Telemedizin.....	4
Abbildung 3: Real-Time-Telemedizin .....	7
Abbildung 4: Teleradiologie-Projekte weltweit.....	11
Abbildung 5: Schematische Darstellung des Da Vinci Roboters.....	13
Abbildung 6: Cardiomessenger .....	17
Abbildung 7: Fall des Monats .....	19
Abbildung 8: Übersicht über teledermatologische Anwendungsmöglichkeiten .....	24
Abbildung 9: Akne-Pathogenese.....	35
Abbildung 10: Frische Akne-Narben .....	38
Abbildung 11: Trockene Lippen unter Isotretionin-Therapie .....	49
Abbildung 12: Ablauf der Studie.....	58
Abbildung 13: Studienhandy: Acer Liquid Metal.....	59
Abbildung 14: Mit dem Handy erstelle Fotografien .....	60
Abbildung 15: Veränderung von GEA-Score und TLC unter der Therapie .....	64
Abbildung 16: Drop out Rate nach Altersgruppen .....	65
Abbildung 17: Nebenwirkungsrate für alle Nebenwirkungen.....	67
Abbildung 18: Nebenwirkungsraten: trockene Haut und trockene Lippen .....	68
Abbildung 19: Anfahrtswege.....	69
Abbildung 20: Verkehrsmittel .....	70
Abbildung 21: Wartezeiten .....	70
Abbildung 22: Dauer der Visite .....	71
Abbildung 23: Beeinträchtigung der Lebensqualität.....	71
Abbildung 24: Zufriedenheit mit der teledermatologischen Betreuung.....	73
Abbildung 25: Patient vor und nach der Therapie .....	75

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: GEA-Score .....	43
Tabelle 2: Therapiealgorithmus.....	45
Tabelle 3: Einflussfaktoren auf die Adhärenz.....	53
Tabelle 4: Ausgewählte Daten des Studienhandys .....	59

## **Einführende Bemerkungen**

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im Folgenden darauf verzichtet, geschlechtergetrennte Bezeichnungen für alle entsprechenden Begriffe zu verwenden. Es sind, gemäß dem allgemeinen Sprachgebrauch, mit Begriffen wie Patienten oder Studienteilnehmer stets beide Geschlechter gemeint.

Es liegt kein Interessenskonflikt vor. Die Autorin steht in keinerlei Beziehung zu genannten Produkten oder Firmen.

# 1 Telemedizin

## 1.1 Einführung

Telemedizin ist eine fachübergreifende Disziplin, die es sich zur Aufgabe gemacht hat, mithilfe von Kommunikations- und Informationstechnologien räumliche Grenzen zu überwinden, um die medizinische Versorgung von Patienten zu verbessern. Die Form der telemedizinischen Anwendungen sowie die dabei zu überwindenden Strecken und die angestrebten Ziele sind sehr variabel.

Diese Vielfalt der telemedizinischen Verwendungsmöglichkeiten spiegelt sich auch in der von der Weltgesundheitsorganisation vorgeschlagenen Definition für Telemedizin wider: „The delivery of health care services, where distance is a critical factor, by all health care professionals using information and communication technologies for the exchange of valid information for diagnosis, treatment and prevention of disease and injuries, research and evaluation, and for the continuing education of health care providers, all in the interests of advancing the health of individuals and their communities” (1).

Telemedizin ist ein Teilgebiet des medizinischen Sektors E-Health, der die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Allgemeinen umfasst (2).

1959 startete in dem amerikanischen Bundesstaat Nebraska die erste Studie, welche die Anwendung von Telemedizin untersuchte. Das Nebraska Psychiatric Institute in Omaha arbeitete dabei eng mit dem Norfolk State Hospital zusammen.

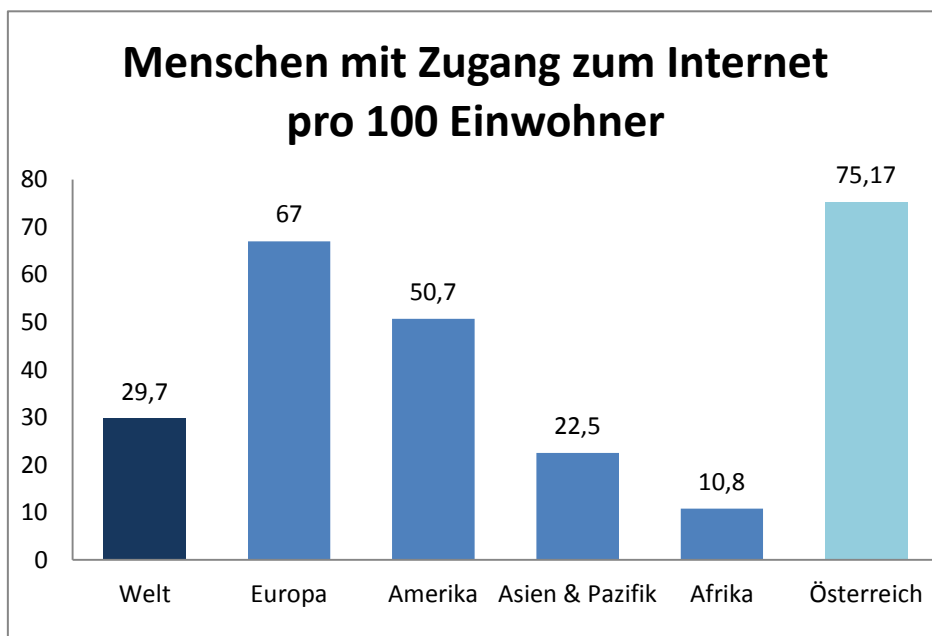
An diesen Kliniken wurden klinische Interviews mit psychiatrischen Patienten auf Schwarz-Weiß-Videos aufgenommen. Mithilfe dieser Videos berieten die Experten des Psychiatric Instituts in Omaha die Norfolkler Ärzte. Darüber hinaus wurden die Videos genutzt, um die Ärzte des Norfolk Psychiatric Institutes auszubilden, indem sie die Aufnahmen mit einem erfahrenen Arzt ansahen und diskutierten (1, 3–5).

Eines der größten Probleme der Anfänge der Telemedizin waren die hohen Kosten der dafür nötigen technischen Ausstattung. So kostete eine Stunde Filmmaterial in dieser ersten telemedizinischen Studie zehn US Dollar (3).

In der Folge wurden telemedizinische Forschungen neben dem Militär vor allem auch durch die National Aeronautics and Space Administration (NASA) unterstützt. Ein Beispiel dieses Engagements der NASA in zivilen telemedizinischen Projekten ist das STARPAHC- Projekt, das 1975 startete. Die Abkürzung "STARPAHC" steht für Space Technology Applied to Rural Papago Advanced Health Care.

In diesem Projekt wurden die Eingeborenen des abgelegenen Stammes der Papago in Arizona für zwei Jahre telemedizinisch betreut. Vor Ort befanden sich mobile medizinische Einheiten und nicht- ärztliche Helfer. Diese konnten sich bei Bedarf von Angehörigen eines etwa 160km entfernten Krankenhauses medizinisch beraten lassen. Für diesen Zweck waren Telefon- sowie Video-Verbindungen in beide Richtungen installiert worden. Auch bei diesem Projekt waren die hohen Kosten, die für die technische Ausstattung notwendig waren, einer der größten Kritikpunkte (1, 4, 6).

Erst die Erfindung des Internets, das immer mehr Menschen zugänglich ist und dessen Nutzung zunehmend billiger wird, eröffnete der Telemedizin völlig neue Optionen. Eine Datenübertragung mittels Internet bietet vielfältige Möglichkeiten. Über dieses Medium können nicht nur Ton- oder Bildaufnahmen, sondern Schrift, Bilder, Videos und Audiodateien versendet werden.



**Abbildung 1: Menschen mit Zugang zum Internet pro 100 Einwohner.**  
Modifiziert nach (7, 8)

Auch wenn der Zugang zu Internet prinzipiell auf der ganzen Welt möglich ist, bestehen hier immer noch große Unterschiede zwischen Industrie- und Entwicklungsstaaten. So hatten 2010 in Afrika nur 10,8%, in Europa aber 67% der Menschen die Möglichkeit zur Nutzung des. Weltweit betrachtet, hatte knapp ein Drittel aller Menschen (29,7%) Zugang zu Internet Internets (7). Der österreichische Anteil der Internetnutzer lag mit 75,17% sogar noch über dem europäischen Durchschnitt (8).

Heute werden Telemedizin im Allgemeinen und Teledermatologie im Speziellen von der Weltgesundheitsorganisation sowie der Europäischen Kommission als gute Ergänzungen zu herkömmlicher Medizin gesehen, welche die Möglichkeit bieten, die weltweite medizinische Versorgung zu verbessern. In Entwicklungsländern dient Telemedizin vor allem der Überwindung von Versorgungslücken. Im Gegensatz dazu sieht die Europäische Kommission in der Nutzung von E-Health und Telemedizin eine Chance für Europa, trotz steigender Patientenzahlen und begrenzter Geldmitteln weiterhin eine gute Gesundheitsversorgung zu gewährleisten. Überdies wird die Telemedizin als geeignetes Mittel zum Umgang mit einer steigenden Patientenmobilität sowie mit erhöhten Erwartungen der Patienten an das Gesundheitssystem gesehen (1, 9).

## 1.2 Telemedizinische Kommunikations- Modelle

Die in Kapitel 1.1 angeführten historischen Beispiele geben nicht nur einen Einblick in die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten der Telemedizin, sondern demonstrieren auch die beiden wichtigsten Modelle des telemedizinischen Kontaktes zwischen zwei Parteien: Store- and-Forward-Telemedizin und Real-Time-Telemedizin. Während bei der Store-and-Forward-Telemedizin medizinische Daten von einer Partei gesammelt, dann verschickt und später von der jeweils anderen Partei bearbeitet werden, stehen beide Parteien in der Real-Time-Telemedizin etwa über Telefon oder Video in direktem Kontakt. Beide Methoden, ihre Vor- und Nachteile und ihre Anwendungsmöglichkeiten sollen im Folgenden erläutert werden.

### 1.2.1 Store- and- Forward-Telemedizin

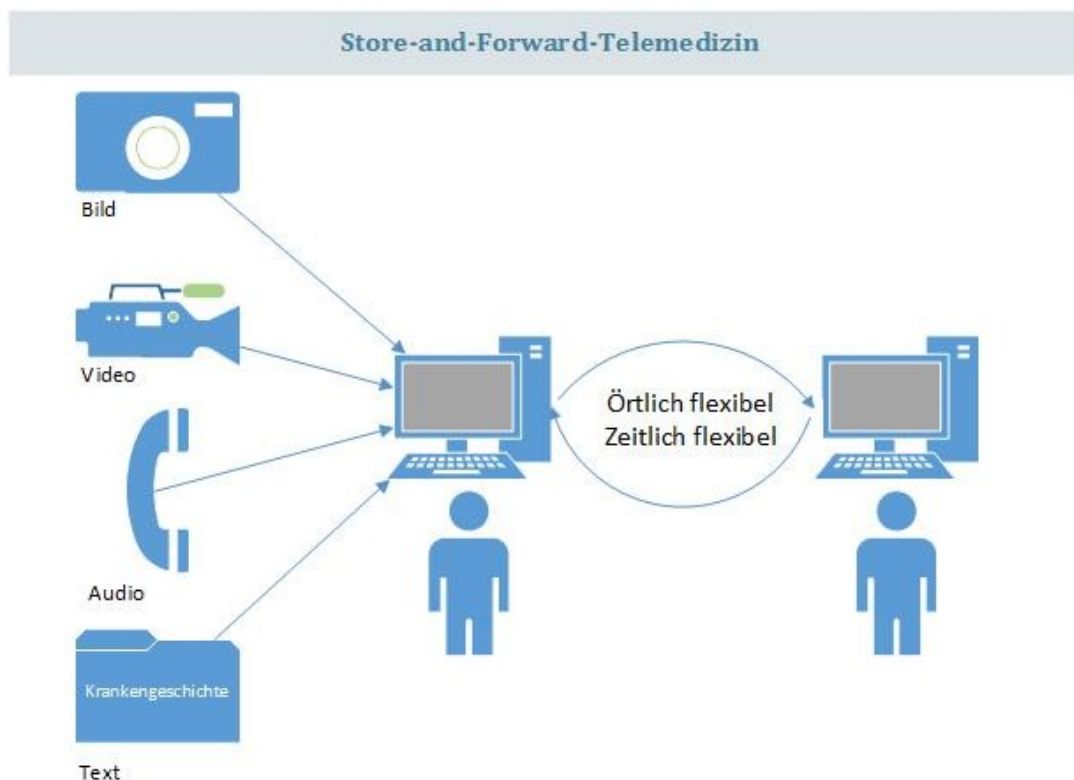


Abbildung 2: Store-and-Forward-Telemedizin

Wie im Fall des telemedizinischen Projektes des Nebraska Psychiatric Institute in Omaha werden bei dieser Methode zunächst medizinische Daten aufgenommen und

gesammelt. Die so erhaltenen Informationen werden dann verschickt und können an einem anderen Ort und zu einem anderen Zeitpunkt genutzt werden (3).

In Nebraska wurden die so übermittelten Daten vor allem zu Lehrzwecken genutzt. Eine andere Möglichkeit der Anwendung ist die Übermittlung von klinischen Daten an medizinische Experten. Die übermittelten Daten werden von diesen analysiert, es wird eine Diagnose erstellt und eine Therapie vorgeschlagen. Bei mehrmaligem Kontakt können die übermittelten Daten auch dazu dienen, den Verlauf einer Erkrankung zu überwachen. Das Erstellen der medizinischen Daten kann dabei je nach den Rahmenbedingungen des jeweiligen telemedizinischen Projekts entweder durch medizinisch geschultes Personal oder aber durch den Patienten selbst erfolgen (3, 10, 11).

Ein entscheidender Vorteil der Store- and- Forward- Telemedizin liegt in der großen zeitlichen Flexibilität. Der Sender und der Empfänger der Daten müssen nicht zugleich anwesend sein. Diese zeitliche Unabhängigkeit beider Parteien voneinander kann vor allem bei teledermatologischen Projekten bei denen sich die beiden Parteien in unterschiedlichen Zeitzonen befinden von Nutzen sein (12).

Darüber hinaus entspricht die zeitliche Flexibilität gepaart mit der Standort-unabhängigkeit, welche die Telemedizin an sich bietet, auch dem heute vor allem in den industrialisierten Ländern vorherrschenden Zeitgeist. So ermöglicht diese Methode einen Arzt- Patienten- Kontakt, der unabhängig von den Ordinationszeiten des Arztes und den Arbeitszeiten des Patienten ist und sogar während Geschäfts- oder Urlaubsreisen aufrechterhalten werden kann. Überdies bedeutet das Fehlen von zu vereinbarenden Terminen, Anreisen zu den Terminen und Wartezeiten vor allem für Patienten eine erhebliche Zeitersparnis. Diese Zeitersparnis ist einer der Hauptgründe für die allgemein vorherrschende hohe Patientenzufriedenheit bei Store- and- Forward Projekten (4, 9, 11, 13).

Ein weiterer Vorteil der Store- and- Forward- Medizin ist die Möglichkeit eine Zusammenschau von unterschiedlichsten Medien zu nutzen. So können schriftliche Anmerkungen wie Anamnese oder Laborbefunde gleichzeitig mit Bildmaterial, wie Fotografien, radiologische Bilder oder mikroskopische Aufnahmen, verschickt werden. Auch das Versenden von Tonaufnahmen oder Videos ist möglich. Somit kann Store- and- Forward- Telemedizin insbesondere für visuelle Fachdisziplinen wie Radiologie, Pathologie aber auch Dermatologie ein wertvolles Werkzeug für

Diagnostik und Therapie, inter- und intradisziplinäre Kommunikation sowie Lehre sein (11, 13).

Die Qualität der verwendeten Bildmaterialien und Informationen hängt stark von den Rahmenbedingungen des jeweiligen telemedizinischen Projektes ab. Vergleichend mit der Real- Time- Telemedizin stellt die Nutzung von Store-and-Forward-Medizin häufig einen geringeren technischen Aufwand dar. Die Store-and-Forward-Medizin arbeitet meist mit Fotos, die mit einem einfachen Fotoapparat oder einem Handy mit Fotofunktion aufgenommen werden. Bei der Videokonferenz hingegen muss technisches Equipment zum Erstellen eines Filmes mit Ton und guter Bildqualität vorhanden sein, wodurch höhere Bandbreiten zur Übertragung notwendig werden. Somit ist die Store- and- Forward Medizin insbesondere für telemedizinische Projekte in Entwicklungsländern, aber auch für den direkten Kontakt mit Patienten, die eventuell über eine weniger gute Internet-Anbindung verfügen, geeignet (4, 12, 13). Der bedeutendste Nachteil der Store- and-Forward-Telemedizin ist der fehlende persönliche Kontakt zwischen beiden Parteien. Dies zeigte sich vor allem in Projekten mit telemedizinischem Arzt-Patienten Kontakt. Hier war der mangelnde direkte Kontakt zum Arzt, trotz der allgemein guten Patientenzufriedenheit, einer der wichtigsten Kritikpunkte der Patienten. Auch für den behandelnden Arzt kann die Tatsache, dass er nur Ausschnitte des Patienten, wie etwa Bilder und Fragebögen, sieht, ohne das Gesamtbild seines Auftretens beurteilen zu können, einen Unsicherheitsfaktor darstellen (11, 14) .

Ein genereller Vergleich der Qualität ärztlichen Handelns bei Store-and-Forward-Medizin verglichen mit persönlichen Kontakten zwischen Arzt und Patient oder auch zwischen einem Experten und einem anderen Angehörigen eines Gesundheitsberufes gestaltet sich sehr schwierig. Diese Fragestellung hängt stark von dem jeweiligen medizinischen Fach, der Art und Qualität der übermittelten Daten, der Fragestellung und der Schulung der beteiligten Personen ab.

Beispielhaft seien hier die Aspekte Diagnosezuverlässigkeit und Genauigkeit in der teledermatologischen Diagnostik genannt, welche beide Aufschluss über die Qualität einer Behandlung geben sollen. Whited (14) konnte in einem 2006 erschienen Review zeigen, dass verschiedene Teledermatologen eine ambulant gestellte Diagnose mit unterschiedlicher Zuverlässigkeit bestätigen. Dabei wurde eine Zuverlässigkeit der teledermatologischen Diagnose von bis zu 95% gefunden.

Hinsichtlich Diagnosegenauigkeit konnte nachgewiesen werden, dass Teledermatologen eine Diagnose mit der gleichen Genauigkeit wie Ambulanzärzte stellen konnten. Dieses Beispiel illustriert die großen qualitativen Unterschiede, die zwischen verschiedenen Store- and- Forward- Projekten bestehen. Es zeigt zugleich aber auch, dass Store- and- Forward- Telemedizin durchaus qualitativ ähnlich gute Ergebnisse wie eine persönliche Untersuchung liefern kann.

### 1.2.2 Real-Time-Telemedizin

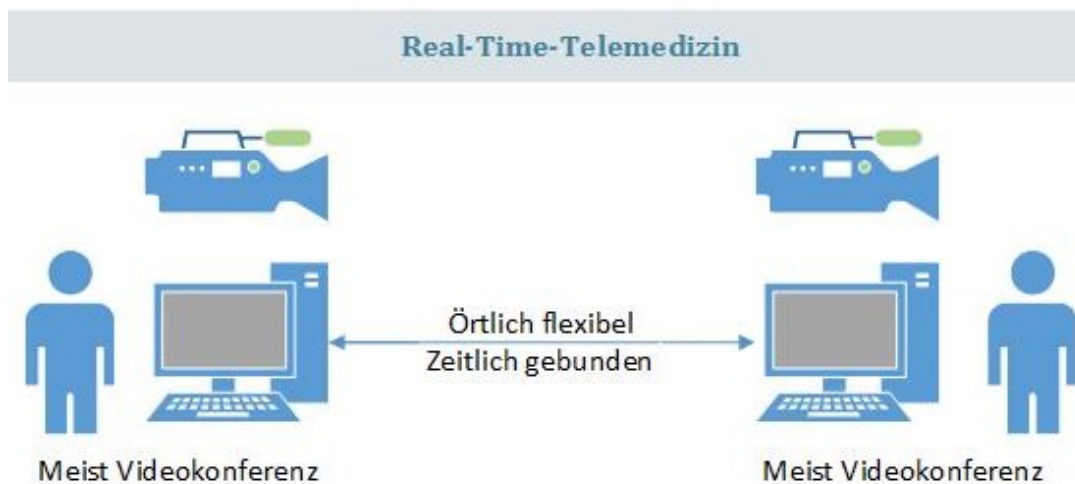


Abbildung 3: Real-Time-Telemedizin

Im Rahmen der Real-Time-Telemedizin sind beide Gesprächspartner räumlich, nicht aber zeitlich voneinander unabhängig. Ein Beispiel für eine typische Anwendung der Real-Time-Telemedizin ist das in Kapitel 1.1 beschriebene STARPAHC- Projekt, bei dem beide Parteien durch eine Echtzeit Videoverbindung Kontakt zueinander aufnehmen konnten. Auch eine Telefonverbindung erfüllt die Kriterien für Real-Time Teledermatologie, diese ist jedoch wegen der fehlenden visuellen Komponente nicht für alle Fragestellungen geeignet (4, 14).

Eine spezielle Form der Real-Time-Telemedizin stellt die robotergestützte Telechirurgie dar, bei der ein vom Patienten räumlich getrennter Operateur den Patienten mithilfe eines von ihm direkt steuerbaren Roboters operiert. Dieses Verfahren nimmt wegen der notwendigen technischen Ausrüstung und des organisatorischen Aufwandes eine Sonderstellung in der Telemedizin ein. Genauere Ausführungen zu diesem Thema würden den Rahmen dieses Kapitels sprengen,

welches vor allem häufige Anwendungen der Real-Time-Telemedizin, zum Beispiel Videokonferenzen, näher behandeln soll (15).

Ein großer Vorteil von Real-Time- Anwendungen besteht darin, dass sie interaktiv sind. Die direkte Interaktion senkt das Risiko des Entstehens von Informationslücken und eine genaue Beobachtung des Verhaltens und der non- verbalen Signale des Patienten wird möglich. Damit ist Real- Time-Teledermatologie besonders für die Anwendung im Bereich der Psychiatrie und Psychologie sehr gut geeignet (4, 13). Eine andere Anwendungsmöglichkeit stellt die Videokonferenz zwischen Patient, Primärversorger, meist ein Allgemeinmediziner, und einem Spezialisten dar. Durch eine solche Interaktion zwischen allen Beteiligten könnte eine äußerst effektive Kommunikation zustande kommen, bei welcher der Spezialist von dem Patienten und dem Primärversorger möglichst gute Informationen erhält, während letzterer gleichzeitig neues Wissen durch den Rat des Experten erlangen kann . Gleichzeitig zeigt dieses Beispiel aber auch eine der Schwächen der Real-Time-Telemedizin auf, nämlich den koordinativen Aufwand, der notwendig ist, um alle Parteien zeitgleich zu versammeln. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass Real-Time-Telemedizin, abgesehen von fehlenden Anfahrtswegen, keine zeitliche Ersparnis im Vergleich zu einer persönlichen Konsultation erbringt (11, 13).

Im Vergleich mit Store-and-Forward-Telemedizin bedeutet Real-Time-Telemedizin einen größeren technischen Aufwand. So benötigt man etwa eine Internetverbindung mit einer größeren Bandbreite, um ein qualitativ gleichwertiges Bild in Echtzeit zu verschicken, als man benötigen würde, um es in einem Store-and-Forward- System zu verschicken. Die Bandbreite der Internetverbindung stellt also bei Real-Time-Telemedizin einen limitierenden Faktor für die Bildqualität dar (14).

Im Allgemeinen zeigten Projekte, die mit Real-Time-Telemedizin arbeiteten eine gute Patientenzufriedenheit. Allerdings gibt es Patienten, die sich unwohl dabei fühlen gefilmt zu werden. Darüber hinaus kann der Umgang mit technisch schwierigem Equipment gerade älteren oder technisch unerfahrenen Patienten Probleme bereiten (11, 14).

Wie schon bei der Store-and-Forward-Telemedizin kann auch die Qualität der Real-Time-Telemedizin nicht allgemeingültig beurteilt werden. Auch hier zeigen die deutlichen Unterschiede der Studienergebnisse, welche in dem schon in Kapitel 1.2.1

beschriebenen Review von Whited (14) vorgestellt werden, dass die Qualität der Real-Time-Telemedizin von den Rahmenbedingungen der jeweiligen Studien abhängt.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass keine der beiden Methoden der anderen generell überlegen ist. Ob eine Methode für eine spezielle Fragestellung geeignet ist, hängt sowohl von dem medizinischen Fachgebiet, der Fragestellung selbst, dem untersuchten Patientenkollektiv als auch von der vorhandenen technischen Ausrüstung und der Qualität der Internetverbindung zwischen den telemedizinischen Parteien ab.

## **1.3 Anwendungsmöglichkeiten von Telemedizin**

In diesem Kapitel werden verschiedene Verwendungsmöglichkeiten von Telemedizin in den Bereichen Teleradiologie, Telechirurgie und Telemonitoring vorgestellt. Diese sollen einen Eindruck von der Vielfältigkeit der telemedizinischen Anwendungen vermitteln, ohne dabei einen Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. Die Tele dermatologie, das eigentliche Thema dieser Arbeit, wird in Kapitel 2 gesondert betrachtet.

Teleradiologie zeigt exemplarisch die Anwendungsmöglichkeit von Telemedizin für diagnostische Zwecke. Überdies zeigt dieses Beispiel, wie Telemedizin über Studien hinaus im medizinischen Alltag angewandt werden kann. Im Gegensatz dazu soll am Beispiel der Telechirurgie demonstriert werden, wie Telemedizin für therapeutische Zwecke aber auch für die Ausbildung von Ärzten genutzt werden kann. Im Unterkapitel „internistische Anwendungen der Telemedizin“ wird vor allem auf die Möglichkeit, Telemonitoring zur langfristigen Betreuung von chronisch erkrankten Menschen zu nutzen, eingegangen. Telemonitoring ist eine spezielle telemedizinische Anwendung, die in verschiedenen Fachbereichen genutzt werden kann.

Auch wenn sich diese Arbeit vor allem mit der Anwendung von Telemedizin in der westlichen Welt beschäftigt, wird am Ende dieses Kapitels die Möglichkeit, mittels Telemedizin die medizinische Versorgung in Entwicklungsländern zu verbessern, vorgestellt. Diese zeichnet sich weniger durch eine spezifische medizinische Anwendung als durch die speziellen Umstände, an die sich die telemedizinische Anwendung anpassen muss, aus.

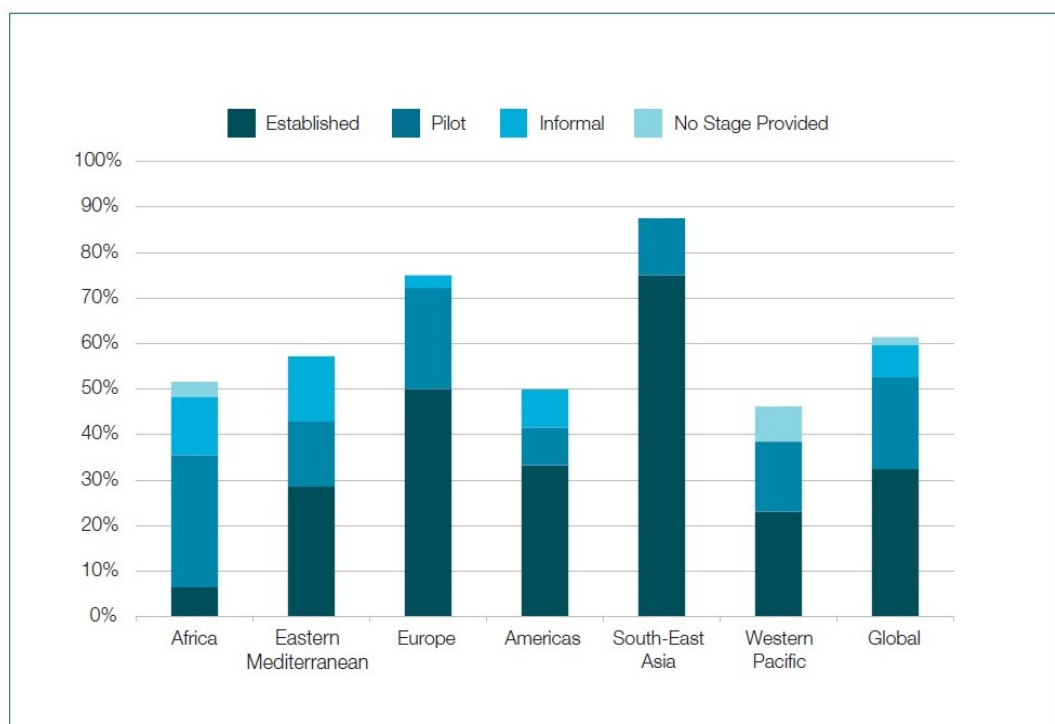
### **1.3.1 Teleradiologie**

Radiologie ist ein medizinisches Fachgebiet, in dem naturgemäß sehr viel mit Bildmaterial gearbeitet wird und der Arzt den Patienten häufig nicht persönlich sehen muss. Somit ist Radiologie besonders für die Anwendung von Telemedizin geeignet.

Eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg der Teleradiologie war neben der Digitalisierung der Bilder und der Vereinfachung des elektronischen Datenverkehrs

vor allem die Schaffung eines weltweit kompatiblen Systems zur Verwaltung radiologischer Bilder und Daten.

Die Basis hierfür bildete der 1985 entwickelte Standard für die Nutzung medizinischer Bilddaten, der im Rahmen einer Zusammenarbeit des American College of Radiologie mit der National Electrical Manufacturers Association entstanden war. Dieser wurde fortlaufend weiterentwickelt und trägt seit 1993 die Bezeichnung „Digital Imaging and Communications in Medicine- Standard“ (DICOM). Auf dieser Grundlage entstand das „Picture Archiving and Communication System“ (PACS), ein System zur Speicherung, Verwaltung und Übermittlung von medizinischem Bildmaterial. Gemeinsam mit den „Radiologie Information Systems“(RIS), welche eine Verwaltung der übrigen Patientendaten ermöglichen, wurden hiermit die Voraussetzungen geschaffen, die überhaupt erst einen Austausch von medizinischen Daten und Bildmaterial und somit die Teleradiologie ermöglichen (16).



**Abbildung 4: Teleradiologie-Projekte weltweit. (1)**

Dass Teleradiologie heute bereits weltweit verbreitet ist, demonstriert eine Befragung der WHO aus dem Jahr 2009, an der 59% aller WHO-Mitgliedsstaaten teilnahmen. Diese ergab, dass in 62% der teilnehmenden Länder bereits mit Teleradiologie gearbeitet worden war. In 33% dieser Länder waren bereits feste

teleradiologische Strukturen etabliert worden. In Europa war der Anteil der Staaten, welche Teleradiologie nutzen, sogar noch höher. In 50% der europäischen Länder gab es bereits feste teleradiologische Strukturen, in weiteren 20% hatten Pilotstudien zur Arbeit mit Teleradiologie stattgefunden (1).

Welche Bedeutung Telemedizin im klinischen Alltag erlangen kann, zeigt das Beispiel der Teleradiologie-Nutzung in den USA. Dort arbeiteten 2003 bereits 70% aller Radiologie-Praxen mit Teleradiologie (17).

Besonders verbreitet ist die Nutzung von Teleradiologie bei Notfällen, die außerhalb der regulären Dienstzeiten passieren. Statt Radiologen in Nachtdiensten zu beschäftigen, lagern viele Kliniken die Notfallsbefundung aus und nutzen die teleradiologischen Dienstleistungen von außenstehenden Unternehmen. Diese bieten einen sogenannten Nighthawk-Service an. Dabei befunden Teleradiologen, welche sich in einer anderen Zeitzone, zum Teil sogar in einem anderen Staat, wie zum Beispiel Indien, befinden, die Aufnahmen. Voraussetzung dafür ist, dass der befundende Radiologe eine Lizenz des Bundesstaates, in dem die Aufnahmen gemacht werden, besitzt.

Überdies ermöglicht die Teleradiologie einem Radiologen den Rat eines erfahrenen Kollegen einzuholen und kann außerdem zur Ausbildung genutzt werden. Auch eine Übermittlung radiologischer Bilder von der radiologischen Einrichtung zu dem Haus des Radiologen kann der Teleradiologie im weiteren Sinne zugerechnet werden (18–20).

### **1.3.2 Chirurgische Anwendungen der Telemedizin**

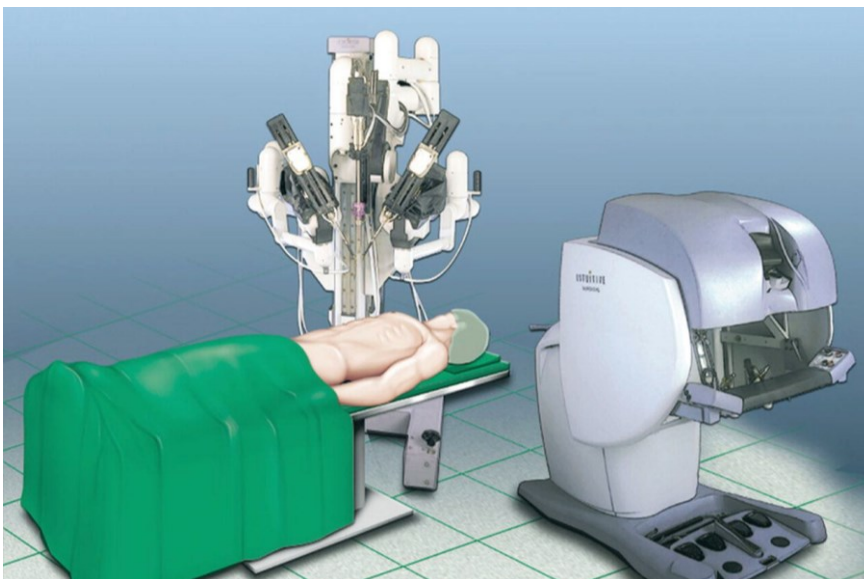
Während die Teleradiologie eine inzwischen etablierte diagnostische Anwendung der Telemedizin ist, ist die Nutzung von Telemedizin in der Chirurgie noch in einer Entwicklungsphase und benötigt deutlich aufwendigeres technisches Equipment. Im Gegensatz zur Teleradiologie handelt es sich bei der Telechirurgie um die praktische Nutzung von Kommunikationstechnologie und Robotern zu therapeutischen Zwecken. Diese lässt sich in zwei Anwendungsbereiche gliedern: Telementoring und Telechirurgie.

Telementoring bedeutet, dass der operierende Arzt die Operation unter Anleitung eines erfahrenen Kollegen durchführt, welcher sich an einem anderen Ort befindet.

Im Gegensatz dazu ist bei der Nutzung von Telechirurgie der Operateur selbst räumlich von dem Patienten getrennt. Ausgeführt wird die Operation hierbei von einem Roboter, der durch den Chirurgen gesteuert wird. Solche Roboter können in Telementoring- Settings genutzt werden um dem ausbildenden Arzt eine größere Kontrolle über das Geschehen zu ermöglichen (21).

Entstanden ist die Telechirurgie auf dem Boden der laparoskopischen Chirurgie. Da diese ohnehin mit Kameras arbeitet, die außerhalb des Körpers gesteuert werden, wurden Systeme entwickelt, die eine Roboter-Steuerung dieser Kameras und der verwendeten Instrumente zum Ziel hatten. Auch bei dieser telemedizinischen Anwendung sind vor allem Militär und NASA an neuen Entwicklungen interessiert, die ihnen medizinische Versorgung auf Schlachtfeldern und in der Raumfahrt ermöglichen, ohne medizinisches Personal direkt an den Ort des Geschehens bringen zu müssen.

Während in den Anfängen der Telechirurgie mit Industrierobotern gearbeitet wurde, gibt es heute eigens für medizinische Zwecke entwickelte und auch zugelassene Roboter: Das Da Vinci Surgical Robotic System und das Zeus Robotic Surgical System, das heute allerdings nicht mehr verkauft wird. Zusätzlich existieren Systeme, die einen Teil der operativen Aufgaben erfüllen können, wie etwa das Automated Endoscopic System for Optimal Positioning (AESOP), welches das Laparoskop steuern kann. Weitere Systeme werden in Studien erprobt.



**Abbildung 5: Schematische Darstellung des Da Vinci Roboters. (22)**

Das Da Vinci- und das Zeus-System sind nach dem Master-Slave-Prinzip aufgebaut. Dabei bedient der Operateur Steuerelemente an einer Konsole, welche die von ihm ausgeführten Bewegungen registriert. Die Bewegungen können zusätzlich modifiziert werden. So kann etwa ein Zittern des Operateurs ausgeglichen oder eine grobe Bewegung in eine feinere Bewegung übersetzt werden. Das so entstandene Signal wird an zwei oder drei Roboterarme gesendet, welche die laparoskopische Operation ausführen. Die Arme haben sieben Bewegungsgrade und können unterschiedliches Instrumentarium nützen (15).

Bevor Operationen mit reiner Telechirurgie ausgeführt wurden, starteten erste Versuche auf dem Gebiet des Telementoring. 1997 wurde so die erste interkontinentale Operation durchgeführt. Dabei wurde unter Anleitung eines Chirurgen, der sich in Baltimore (USA) befand, eine laparoskopische Adrenalektomie in Innsbruck (Österreich) durchgeführt. Während der Operation bestand eine Echtzeit Video- und Audioverbindung zwischen beiden Chirurgen. Zusätzlich konnte der US-amerikanische Chirurg das Laparoskop mit Hilfe eines AESOP, mit dem er über eine Telefonleitung verbunden war, steuern (23).

Bereits vier Jahre später, 2001, fand die erste völlig telechirurgische Operation zwischen zwei Kontinenten statt. Dabei verwendete ein Chirurg aus New York (USA) das Zeus-System, um bei einer Patientin in Straßburg (Frankreich) eine Cholezystektomie durchzuführen. Die Bewegungen des Operateurs wurden dabei in einem asynchronen Transfer Modus übertragen, bei dem lediglich eine Verzögerung von 155ms auftrat. Studien hatten zuvor gezeigt, dass telechirurgische Operationen mit einer Verzögerung von bis zu 300ms sicher durchführbar sind. Beide Operationen verliefen komplikationslos (15).

Ein Beispiel für die Nutzungsmöglichkeiten von Telechirurgie im medizinischen Alltag bietet ein kanadisches Projekt, bei dem regelmäßig gemeinsame Operationen durch einen Telechirurgen in Hamilton und einen sich vor Ort befindenden Chirurgen in North Bay durchgeführt werden. Somit können in North Bay kompliziertere Operationen durchgeführt und die lokalen Chirurgen ausgebildet werden (24).

Obwohl Telechirurgie möglich ist, werden die Operationsroboter heute noch meist für laparoskopische Operationen vor Ort genutzt. So wurden 90% aller

laparoskopischen radikalen Prostatektomien in den USA im Jahr 2009 Roboter assistiert ausgeführt (15).

### **1.3.3 Internistische Anwendungen der Telemedizin**

Es gibt, wie auch bei anderen Fachbereichen, verschiedenste Möglichkeiten der internistischen Nutzung von Telemedizin. Diese umfassen beispielsweise Internet-Informationsportale für Patienten, Videokonferenzen zwischen Ärzten zur Therapieplanung sowie die Nutzung von Informationstechnologien in der internistischen Lehre. Eine spezielle Anwendung, welche in den letzten Jahren Gegenstand intensiver Forschung war, ist das Telemonitoring.

Telemonitoring ist die Überwachung von bestimmten Gesundheitsparametern eines Patienten aus der Ferne. So können Patienten zu Hause, in einem Pflegeheim oder Krankenhaus fachärztlich fernüberwacht werden. In diesem Kapitel soll vor allem auf die häusliche Fernüberwachung, und zwar auf die Fernüberwachung von internistischen Patienten, eingegangen werden.

Auch wenn Telemonitoring von verschiedenen medizinischen Fachgruppen, so auch Dermatologen, genutzt werden kann, wird es doch häufig für chronische internistische Erkrankungen, wie chronische Herzinsuffizienz, Herzrhythmusstörungen, chronisch obstruktive Lungenerkrankungen und Asthma oder Diabetes mellitus, angewendet. Da diese Erkrankungen bis heute nicht kurativ behandelt werden können, bedürfen betroffene Patienten einer lebenslangen medizinischen Observanz. Diese bedeutet nicht nur eine finanzielle Belastung des Gesundheitssystems, sondern ist gerade für ältere Patienten durch die regelmäßig notwendigen Fahrten zu Ärzten mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Dieser kann durch die Nutzung von Telemonitoring vermindert werden. Zudem hat sich gezeigt, dass das aktive Mitgestalten von Therapiekonzepten zu einer besseren Patientencompliance führen kann, die gerade bei chronischen Erkrankungen einen bedeutenden Einfluss auf die Gesundheit der Patienten hat. Verschiedene Telemonitoring-Konzepte fördern die aktive Mitarbeit von Patienten und können so neben einer genauen Überwachung eine zusätzliche positive Wirkung erzielen.

Ziel des Telemonitorings ist es also, eine bessere medizinische Versorgung, finanzielle Entlastung des Gesundheitswesens und die Unterstützung der Eigenverantwortlichkeit von Patienten zu erreichen (25–27).

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, den Gesundheitszustand eines Patienten telemedizinisch zu überwachen. Diese unterscheiden sich durch die Art der erhobenen Daten, die Form der Mitgestaltung des Patienten, die technische Umsetzung und die Frequenz der Datenübermittlung sowie durch die Art der Auswertung der Daten. Die zwei im Folgenden vorgestellten Studien sollen beispielhaft die Möglichkeiten des Telemonitoring aufzeigen.

Piette et al. (27) veröffentlichte 2000 eine Studie, in welcher die Betreuung von Diabetes Patienten mittels Telemonitoring zusätzlich zu einer normalen ärztlichen Betreuung mit einer rein konventionellen Betreuung verglichen wurde. Die Patienten der Telemonitoring-Gruppe erhielten in zweiwöchigen Abständen automatisierte Telefonanrufe, in deren Verlauf sie unter anderem ihre selbst gemessenen Blutzuckerwerte angeben und Fragen zu ihren Medikamenteneinnahmen sowie zu Anzeichen möglicher diabetischer Komplikationen, wie etwa des diabetischen Fußsyndroms, beantworten mussten. Die Patienten konnten über Telefontasten mit dem System interagieren und hatten nach der Evaluation ihres Gesundheitszustandes die Möglichkeit, sich Gesundheitstipps für Diabetiker anzuhören oder interaktive Informationsmodule zum Thema Ernährung zu absolvieren.

Die so erhobenen Daten wurden automatisch zusammengefasst, nach Dringlichkeit beurteilt und dann von einer speziell ausgebildeten Krankenschwester begutachtet. Diese konnte die Patienten bei aufgetretenen Problemen telefonisch kontaktieren, ihnen Ratschläge geben und wenn nötig einen Arzt hinzuziehen.

Die Studie fand heraus, dass die Patienten der telemedizinischen Gruppe verglichen mit den konventionell geführten Patienten zu einem deutlichen höheren Anteil einen normalen HbA1c- Wert erreichten. Zudem fiel diesen Patienten die Einhaltung ihres Therapieplans leichter und sie achteten stärker als die Vergleichsgruppe auf ihr Gewicht, die Kontrolle ihrer Blutzuckerwerte und die Inspektion ihrer Füße (27).

Ein wichtiger Faktor, der bei dieser Studie von Piette et al. (27) durch die Nutzung des Telemonitorings erreicht werden konnte, war also die Miteinbeziehung der Patienten in die Behandlung. Im Gegensatz dazu ist die zweite, nun folgend

vorgestellte Studie von Ricci et al. (26), welche sich mit dem Telemonitoring von Patienten mit Herzschrittmachern sowie internen Defibrillatoren beschäftigt, ein Beispiel für eine Art des Telemonitorings, die fast ohne Mithilfe der Patienten auskommt.

Die Patienten, welche in diese italienische Studie eingeschlossen wurden, hatten aus verschiedenen Gründen einen Herzschrittmacher oder einen Defibrillator implantiert bekommen. Die verwendeten Geräte besaßen die Möglichkeit einer drahtlosen Datenübertragung an externe Geräte, die sogenannten Cardiomessenger, die sich in der Nähe der Patienten befinden mussten. Diese wiederum konnten die empfangenen Daten über das Global System for Mobil Communication (GSM)-Netzwerk an ein in Berlin befindliches Service Center schicken. Hier wurden die Daten analysiert und auf einer gesicherten Homepage für den behandelnden Arzt sichtbar gemacht. Eine solche Datenübertragung fand regelmäßig nachts sowie bei Auftreten kritischer, für den einzelnen Patienten zuvor festgelegter Ereignisse statt. Übermittelt wurden das EKG des Patienten sowie Daten über den Funktionszustand des implantierten Gerätes.



**Abbildung 6: Cardiomessenger. (28)**

Die Daten der Patienten wurden in zwei-wöchigen Abständen von einer darauf geschulten Pflegekraft und bei Bedarf von einem Arzt analysiert. Im Falle von gefährlichen Ereignissen wurde die Pflegekraft sofort per E-Mail und SMS verständigt und konnte so notwendige Maßnahmen unverzüglich einleiten.

Die Studie zeigte, dass die Studienpatienten, obwohl sie seltener als Vergleichspatienten klinische Kontrollen absolvierten, trotzdem genau überwacht werden

konnten. Bei etwa 30 Prozent der Studienpatienten führten die mittels Telemonitoring erhobenen Daten zu wichtigen Therapieänderungen (26).

Ein Erfolg oder Misserfolg eines Telemonitoring-Projektes dürfte dabei sowohl von der monitierten Erkrankung selbst als auch von der Auswahl des Patientenkollektivs abhängen. So zeigten Studien ein verbessertes klinisches Outcome für Patienten, die an Diabetes mellitus, Asthma und Hypertonie litten, während für Patienten mit Herzinsuffizienz keine Verbesserung erreicht werden konnte. Besonders profitierten Patienten mit schwererer Ausprägung ihrer Erkrankung, aber auch solche, die Interesse an der aktiven Mitarbeit an ihrer Behandlung zeigten oder die besonderes technisches Interesse aufwiesen (29).

#### **1.3.4 Telemedizin in Entwicklungsländern**

Telemedizin wird als große Chance zur Verbesserung der medizinischen Versorgung in Entwicklungsländern angesehen (1). Dort herrscht ein besonders großer Ärztemangel. Nach Daten der WHO wurden beispielsweise 2006 die Bewohner Afrikas, die zu diesem Zeitpunkt etwa 14% der Weltbevölkerung ausmachten, durch nur 3% der weltweit in Gesundheitsberufen beschäftigten Menschen betreut (30, 31). Zudem arbeiten vor allem die Ärzte bevorzugt in städtischen Ballungsräumen. Zusammen führt das zu einer signifikanten Unterversorgung insbesondere ländlicher Regionen. Obwohl Telemedizin den Mangel an qualifiziertem ärztlichen Personal ausgleichen und dem Phänomen der ärztlichen Landflucht entgegenwirken könnte, entwickeln sich telemedizinische Strukturen in Ländern mit niedrigem Einkommen besonders langsam (32).

Als Erfolgsprojekt in diesem Bereich sei das „Afrika Teledermatology Project“ (12), das 2007 in einer Kooperation der medizinischen Universität Graz in Österreich mit der University of Pennsylvania in den USA und der University of Queensland in Australien entstanden ist, folgend erwähnt:

Dieses Projekt bietet medizinischen Einrichtungen in verschiedenen Ländern Afrikas, wie etwa Uganda, Malawi und Burkina Faso, die Möglichkeit, bei unklaren dermatologischen Erkrankungen den Rat von ehrenamtlichen Experten aus Industrieländern einzuholen. Dazu können die Mitglieder dieses Projektes Fallbeschreibungen und Fotos auf eine gesicherte Website laden. Zusätzlich ermöglicht eine Applikation für

iPhone, iPod touch und iPad eine mobile Verbindung zu der Teledermatologie-Plattform. Die Experten, welche die Fälle erhalten, können daraufhin eine Diagnose erstellen oder eine zusätzliche histopathologische Untersuchung anfordern. Auf diese Weise wurden zum Beispiel zwischen Februar 2007 und Mai 2008 140 verschiedene Fälle bearbeitet.

Überdies bietet das „Africa Teledermatology Project“ seinen Mitgliedern Weiterbildungsmöglichkeiten, in dem es interessante Fälle als „Fall des Monats“ präsentiert und in einem Diskussionsforum Platz für medizinischen Austausch schafft (12, 33).



Abbildung 7: Fall des Monats. (33).

Ein 2012 erschienener Review-Artikel, der sich mit langfristig angelegten teledermatologischen Hilfsprojekten für Entwicklungsländer beschäftigte, fand neben dem hier beschriebenen sechs weitere Projekte. Einige davon boten allgemeine medizinische Unterstützung an, andere konzentrierten sich auf Hilfestellungen im Bereich Traumatologie oder bei HIV-Erkrankung. Eine der Gemeinsamkeiten aller

Projekte war, dass sie vorwiegend mit Store-and-Forward-Telemedizin arbeiteten. Diese Methode scheint in Entwicklungsländern vor allem wegen der unzuverlässigen Internetverbindung praktikabler zu sein (34). Trotzdem gehörten Ausfälle des lokalen Telekommunikationsnetzwerkes zu den größten technischen Schwierigkeiten des Africa Teledermatology Project (12). Weitere Schwierigkeiten bei der Implementation telemedizinischer Projekte in Entwicklungsländern sind die fehlende rechtliche Grundlage für Staatsgrenzen überschreitende medizinische Dienstleistungen, die Finanzierung von größeren Projekten, aber auch mögliche kulturelle Vorbehalte gegen eine telemedizinische Behandlung. Trotz der noch zu überwindenden Hürden, zeigen bisher verwirklichte Projekte jedoch auf, dass die Anwendung von Telemedizin in Entwicklungsländern zur Verbesserung der medizinischen Infrastruktur führen kann (1, 12, 34).

## 2 Teledermatologie

### 2.1 Einführung

Dermatologie ist ein visuelles Fachgebiet, weshalb es für telemedizinische Anwendungen prädestiniert scheint. So gehört Dermatologie mittlerweile weltweit zu jenen medizinischen Fachgebieten, in welchen Telemedizin besonders häufig angewendet wird (1).

Umso mehr überrascht es, dass man Teledermatologie verglichen mit den anderen telemedizinischen Fachdisziplinen erst relativ spät in der Literatur erwähnt findet (35).

Im Jahr 1995 beschrieben Perednia und Brown (35) erstmals den Aufbau eines telemedizinischen Projektes, das helfen sollte, die dermatologische Versorgung der Landbevölkerung im US- Bundesstaat Oregon zu verbessern. Zu dieser Zeit waren nur zwei Dermatologen für die Versorgung des ländlichen Teiles Oregons, der zwei Drittel der Gesamtfläche dieses Bundesstaates ausmachte, zuständig. Im Verlauf dieses Projektes sollte zunächst die diagnostische Reliabilität von Fotografien von dermatologischen Erkrankungen getestet werden. Dann sollte untersucht werden, wie die Fotografien möglichst sparsam, schnell, benutzerfreundlich und ohne Informationsverlust verschickt werden können. Schließlich war geplant, dass das Teledermatologie-Projekt in einem Store-and-Forward-Verfahren Allgemeinmedizinern ermöglichen sollte, Bilder und Krankengeschichten zu Dermatologen der Oregon Health Sciences University zu senden. Das Ziel dieses Projektes sollte eine Versorgung der Patienten ohne lange Anfahrtswege sein. Zusätzlich hoffte man, dass durch den teledermatologischen Kontakt mit Dermatologen ein Wissenszuwachs für die teilnehmenden Allgemeinmediziner erreicht werden würde und somit eine Verbesserung der dermatologischen Betreuung stattfinden würde (35).

Auch heute ist dieses Thema der ruralen, dermatologischen Unterversorgung noch aktuell. So zeigte eine rezente Studie aus den USA(36), dass Wartezeiten auf einen dermatologischen Arzttermin in der Stadt für einen neuen Patienten 32,7 Tage und 20,1 Tage für einen dem Arzt bereits bekannten Patienten betragen. Im Gegensatz dazu mussten auf dem Land neue Patienten 45,6 Tage und bereits bekannte 26,8 Tage

warten. Auch wenn Teledermatologie diesen Fachärztemangel nicht beheben kann, so kann sie doch durch Triage Systeme eine Umverteilung ärztlicher Ressourcen bewirken, sodass auch Menschen in ländlichen Regionen adäquate dermatologischer Versorgung erhalten.

Teledermatologie hat aber nicht nur das Ziel einen bestehenden Ärztemangel auszugleichen. Unter der Voraussetzung, dass mittels Teledermatologie Hautveränderungen genauso gut wie in einer klinischen Untersuchung beurteilt werden können, kann Teledermatologie gerade in der langfristigen Betreuung von Menschen mit chronischen Hauterkrankungen eine für den Patienten besonders effiziente medizinischen Versorgung darstellen. Zum einen wird durch die Nutzung von teledermatologischen Konsultationen ein Zeitersparnis für die Patienten erreicht, zum anderen deuten Studienergebnisse darauf hin, dass der unmittelbare Arzt-Patienten-Kontakt und die aktive Mitarbeit der Patienten bei teledermatologischen Visiten, die Patienten in dem Gefühl bestärkt, selbst etwas gegen ihre Erkrankung tun zu können. Somit könnten durch Teledermatologie die Compliance, aber auch die Lebensqualität von Menschen mit chronischen Hauterkrankungen verbessert werden (37).

Ein zusätzlicher positiver Effekt von Teledermatologie könnte die Verbreitung von dermatologischem Wissen sein. So können Second-Opinion-Projekte, wie das in Kapitel 1.3.4 beschriebene „Africa- Teledermatology- Project“, dazu führen, dass medizinisches Wissen von Experten an Angehörige von Gesundheitsberufen mit weniger dermatologischem Fachwissen weitergegeben wird. Bei Projekten mit einem unmittelbaren Arzt-Patienten-Kontakt kann der Patient selber mehr Wissen bezüglich seiner Erkrankung erlangen (12, 37).

Zwei spezielle Anwendungsbereiche der Teledermatologie stellen die Teledermatoskopie und die Teledermatopathologie dar. Diese unterscheiden sich vor allem durch die verwendeten Untersuchungsmethoden von den übrigen teledermatologischen Anwendungsgebieten.

Bei der Teledermatoskopie werden Hautläsionen unter einem Dermatoskop nicht invasiv vergrößert. Dieses vergrößerte Bild kann mittels einer Kamera aufgenommen und wie bei anderen teledermatologischen Anwendungen verschickt werden. Auf

diese Weise ist eine sicherere Beurteilung von möglicherweise malignen Hautläsionen möglich (38, 39).

Mit Teledermatopathologie ist die Befundung oder Zweitbegutachtung von histologischen Schnittbildern der Haut aus der Ferne gemeint. Dies kann in einem Store-and-Forward-Setting geschehen, indem die mikroskopischen Aufnahmen fotografiert und verschickt werden. Eine andere Möglichkeit ist die Nutzung von sogenannten „Virtual Slide Systems“. Dabei werden die mikroskopischen Bilder in sehr hoher Auflösung aufgenommen, gespeichert und unter Nutzung eines virtuellen Mikroskops, das dem Betrachter wie ein echtes Mikroskop eine Vergrößerung der für ihn interessanten Regionen ermöglicht, begutachtet. Solche virtuellen Mikroskope können auch zu Ausbildungszwecken verwendet werden. Überdies kann die Teledermatopathologie auch als Real-Time-Anwendung ausgeführt werden. Dabei kommen Videomikroskope, die von dem befundenden Experten gesteuert werden können und deren Aufnahmen in Echtzeit übertragen werden, zum Einsatz (40).

Beiden Methoden ist gemeinsam, dass sie vor allem in der Kommunikation zwischen Ärzten untereinander oder Ärzten und anderen in der Krankenversorgung beschäftigten Berufsgruppen genutzt werden. Sie werden sowohl zur Triage als auch in Second-Opinion-Systemen eingesetzt.

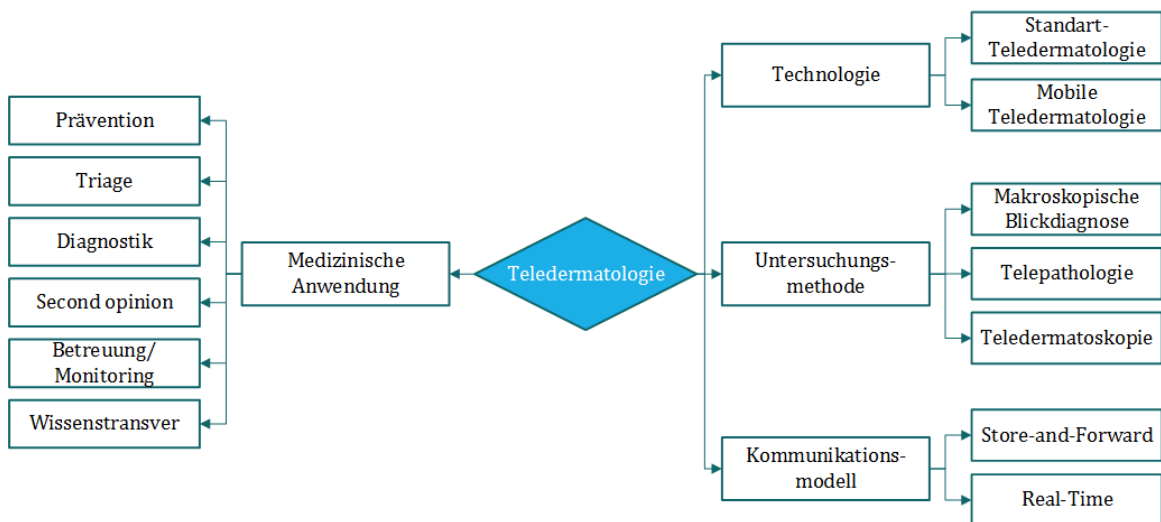
Zur Umsetzung teledermatologischer Anwendungen können sowohl Store and-Forward- als auch Real-Time-Kommunikationsmodelle herangezogen werden (siehe auch Kapitel 1.2), wobei sich in jüngster Zeit ein Trend zur vermehrten Nutzung von Store-and-Forward-Modellen abzeichnet. So verwenden heute bereits 51 Prozent aller teledermatologischen Dienstleistungsanbieter in den USA ausschließlich Store-and-Forward-, 14 Prozent Real-Time-, und 35 Prozent sowohl Store-and-Forward, als auch Real-Time-Kommunikation (41).

Noch 2003 hatte eine vergleichbare Datenerhebung ergeben, dass von den Teledermatologie-Anbietern nur 29 Prozent Store-and-Forward-Teledermatologie nutzten. 59 Prozent arbeiteten mit Real-Time-Teledermatologie und 12 Prozent nutzten beide Modalitäten (41).

Diese Entwicklung dürfte in den geringeren Kosten für den Aufbau eines Store- and-Forward- Services, der besseren Qualität von Fotografien gegenüber bewegten

Aufnahmen und der höheren Effizienz von Store- and Forward- Systemen begründet liegen (41).

Abhängig von der Art der verwendeten Geräte kann man Teledermatologie in Standard- und mobile Teledermatologie einteilen. Während in der Standard-Teledermatologie eine Kommunikationsverbindung zwischen zwei feststehenden Geräten, in der Regel Computern, aufgebaut wird, nutzt die neuere mobile Teledermatologie tragbare Geräte wie Laptops, Personal Digital Assistents und Smartphones und ermöglicht damit eine besonders flexible Form der Kommunikation. In den folgenden Kapiteln werden beide Teledermatologie- Formen und ihre Anwendungsmöglichkeiten vorgestellt (38).



**Abbildung 8: Übersicht über teledermatologische Anwendungsmöglichkeiten**

## 2.2 Standard Teledermatologie

Standard Teledermatologie ist, verglichen mit mobiler Teledermatologie, die ältere technische Umsetzung von teledermatologischer Kommunikation. In der Anfangszeit der Teledermatologie hatten tragbare Geräte wie Handys weder eine Kamera, noch konnten sie größere Datenmengen in akzeptabler Zeit versenden, so dass die technischen Voraussetzungen für eine mobile Teledermatologie damals noch nicht gegeben waren (35, 42, 43).

Die nachfolgenden Beispiele sollen einen Überblick über die möglichen Anwendungsbereiche der Standard Teledermatologie bieten.

Wie bereits oben erwähnt, stellt die Triage ein mögliches Anwendungsgebiet der Teledermatologie dar. Sie kann helfen knappe medizinische Ressourcen zu schonen und erreicht gleichzeitig, dass Läsionen, die dringend behandlungsdürftig sind, schneller versorgt werden. Ein Einsatzgebiet dieser Triage- Funktion ist die Beurteilung von möglicherweise malignen Hautläsionen.

So konnte etwa eine in Großbritannien durchgeführte Studie von May, Giles und Gupta (39) zeigen, dass durch eine teledermatologische Triage die Zeit bis zur Behandlung von Melanomen und Plattenepithelkarzinomen verkürzt werden kann. In dieser Studie wurden die Befunde und makroskopische sowie dermatoskopische Bilder von Patienten, die von Allgemeinmedizinern zur Abklärung von malignitätsverdächtigen Läsionen an dermatologische Fachkliniken überwiesen wurden, zunächst von einem Teledermatologen begutachtet, der eine Einteilung in Dringlichkeitsstufen vornahm. Bei normalem Management der Patienten wurde diese Einteilung nur nach dem Befund des Allgemeinmediziners erstellt. Die teledermatologische Triage verkürzte die Wartezeit bis zur ersten dermatologischen Untersuchung für Patienten mit Melanomen von durchschnittlich 44 Tagen auf durchschnittlich 14 Tage. Bei Patienten mit Plattenepithelkarzinomen wurde die Wartezeit von durchschnittlich 34 Tagen auf durchschnittlich 13,5 Tage verkürzt. Auch die Zeit bis zur endgültigen Behandlung der Läsion wurde für diese beiden Erkrankungen verkürzt (39).

Das bereits in Kapitel 1.3.4 vorgestellte Africa Teledermatology Project ist ein Beispiel für die ein Second- Opinion- System, welches dem lokalen im Gesundheits-

bereich arbeitenden Personal ermöglicht, eine Zweitmeinung zu bestimmten Fällen einzuholen und Ratschläge zu Diagnose und Therapie zu bekommen (12).

Ein Beispiel für die Therapiebetreuung in einem Standard- Teledermatologie- Setting ist eine 2007 veröffentlichte Studie der Medizinischen Universität Graz, die sich mit dem Telemonitoring der Wundversorgung von am Bein lokalisierten Ulzera beschäftigte. Im Rahmen der Studie wurden 16 Patienten nach einer klinischen Basisvisite durch Krankenschwestern betreut, welche die Patienten zur Wundversorgung zu Hause besuchten und gleichzeitig Fotografien von den Ulzera anfertigten, um diese später mit zusätzlichen klinischen Informationen auf eine sichere Website zu laden. Dermatologen der Medizinischen Universität Graz beurteilten die Wundheilung anhand der Fotografien und schickten den Krankenschwestern Anweisungen für die Weiterbehandlung. Nach drei Monaten war so bei über 70% der Ulzera eine Verkleinerung erzielt worden, etwa 30% waren komplett abgeheilt. Während des Telemonitorings hatten die Patienten deutlich seltener einen Arzt besuchen müssen, als dies in den drei Monaten vorher der Fall gewesen war. 75% der Patienten zeigten sich vollständig oder teilweise mit der teledermatologischen Behandlung zufrieden und auch die behandelnden Krankenschwestern fühlten sich durch die teledermatologischen Ratschläge gut unterstützt (44).

Teledermatologie kann nicht nur direkt für den Patientenkontakt, sondern auch zur Verbreitung von Wissen zwischen Experten oder zur Lehre genutzt werden. Einen möglichen Weg des Wissenstransfers zwischen Ärzten demonstriert das „Telederm.org- Projekt“. Dieses wurde 2002 gegründet und ermöglicht Dermatologen kostenlos auf einer geschützten Interplattform Fälle zu veröffentlichen und zu diskutieren oder Fragen an Experten spezieller dermatologischer Gebiete zu richten. Überdies werden die Nutzer mit einem Rätsel des Monats angespornt, sich mit besonderen Fällen zu beschäftigen. Bereits im Oktober 2004 hatte die Telederm.org-Community 400 Mitglieder aus 45 verschiedenen Nationen, die schon über 100 Fälle diskutiert hatten (45, 46).

Die beschriebenen Beispiele zeigen, dass Standard-Teledermatologie für verschiedenste Anwendungen geeignet ist. Bemerkenswert ist allerdings, dass in den gewählten Beispielen nie ein direkter Kontakt zwischen Patient und Telemediziner besteht. Dies ist, obwohl eine direkte Konsultation unter der Voraussetzung, dass der

Patient einen Computer mit Internetanschluss besitzt, technisch möglich wäre, bei einem Großteil aller zum Thema Standard-Teledermatologie veröffentlichter Studien der Fall.

## **2.3 Mobile Teledermatologie**

Im Gegensatz zur Standard-Teledermatologie ist die mobile Teledermatologie durch die Nutzung tragbarer mobiler Geräte, wie etwa Handy, Smartphone oder Personal Digital Assistant (PDA), gekennzeichnet. Diese Geräte sind weltweit immer stärker verbreitet. So gab es bereits 2011 weltweit 85,7 und in Europa sogar 120,8 Handyverträge pro 100 Einwohner (47).

Zwei wichtige technische Voraussetzungen für die Entstehung der mobilen Teledermatologie waren die Einführung von in Handys und ähnlichen Geräten integrierten Kameras und die Verbesserung deren Bildqualität sowie die Schaffung einer Möglichkeit, um Daten möglichst einfach und schnell zu versenden.

Die mögliche Geschwindigkeit der Datenübertragung mittels Handy ist in der Vergangenheit kontinuierlich gestiegen. Um 1990 war das „Standardized Global System for Mobile Communication“ (GSM) die Grundlage der Mobilfunknetzwerke. Drauf folgten „General Packet Radio Service“ (GPRS), „Universal Mobile Telecommunication System“ (UMTS) und darauf aufbauend der „High Speed Downlink Packet Access“ (HSDPA), die jeweils schnellere Datenübertragungen mit dem Mobiltelefon ermöglichten. Heute können über das Handy und ähnliche Geräte nicht nur Bilder und E-Mails verschickt, sondern auch Internetseiten besucht werden. Zudem erlauben Techniken wie Bluetooth, Infrarot-Verbindung oder drahtlose Netzwerke die Datenübertragung von Handys auf in der Nähe befindliche Computer(43). Seit 2002 haben immer mehr Handys eine Kamerafunktion. Bereits 2005 veröffentlichten Braun et al. (42) eine Studie, die untersuchte, ob eine telemedizinische Evaluierung von Hautulzera, die mit einer Handykamera aufgenommen wurden, möglich ist. Für die Studie wurde ein Nokia 7650 Handy genutzt, dessen Kamera eine Auflösung von 640x480 Pixel erreichte. Alle Ulzera wurden sowohl von einem Arzt klinisch als auch von zwei weiteren Ärzten teledermatologisch begutachtet und bezüglich verschiedener Merkmale beschrieben. Die statistische Analyse der Ergebnisse, welche die Beschreibung der Ulzera durch die Teledermatologen im

Vergleich zu der Beschreibung bei der konventionellen Untersuchung mittels eines Cohen- Kappa- Koeffizienten untersuchte, zeigte mit  $\kappa=0,815$  für einen und  $\kappa=0,74$  für den anderen Teledermatologen eine gute Übereinstimmung. Trotzdem stellten die Autoren der Studie fest, dass die Beurteilbarkeit der Fotografien durch die schlechte Auflösung eingeschränkt war (42).

Die Qualität der Handykameras hat sich seit dieser Studie entscheidend verbessert. So hatten etwa die Handys, die in der im Folgenden beschriebenen, zwischen 2010 und 2012 veröffentlichten Studie zum mobilen Telemonitoring von Patienten mit schwerer Psoriasis verwendet wurden, bereits eine Auflösung von 1.3 Megapixel (37).

Die in die Grazer Studie eingeschlossenen Patienten schickten mittels Handy regelmäßig einen Fragebogen und Fotos an die behandelnden Ärzte und erhielten innerhalb von 24 Stunden eine Antwort mit eventuell adaptierten Behandlungsanweisungen. Die Ergebnisse der Studie zeigten einen Rückgang des Krankheitsbildes im Verlauf der Behandlung. Überdies führten die Televisiten und der direkte partnerschaftliche Kontakt zu den behandelnden Ärzten auch dazu, dass die Patienten sich stärker eigenverantwortlich für die Behandlung fühlten und motiviert waren, den Behandlungsplan genau einzuhalten (37).

Diese Studie demonstriert neben der Verbesserung der verwendeten Handys vor allem auch, dass sich mobile Teledermatologie gut zum Monitoring von Patienten mit chronischen Hauterkrankungen eignet. Besondere Beachtung ist dabei der Tatsache zu schenken, dass im Rahmen der Studie eine direkte Kommunikation zwischen Patienten und Telemedizinern stattfand.

Die mobile Teledermatologie eignet sich nicht nur als Monitoring-Instrument, sondern kann, wie schon die Standard-Teledermatologie, auch zur Triage genutzt werden. So zeigte etwa eine weitere österreichische Studie, welche 2010 veröffentlicht wurde, dass mittels mobiler Teledermatologie eine sichere Beurteilung benigner und maligner Hautläsionen möglich ist. Im Rahmen dieser Studie wurden mittels eines Handys makroskopische sowie dermatoskopische Aufnahmen von 113 verdächtigen Hautläsionen angefertigt. Diese wurden von einem Teledermatologen zeitlich getrennt beurteilt. Alle weiterhin malignitätsverdächtigen Läsionen wurden daraufhin histologisch begutachtet, bei Läsionen, die als benigne angesehen wurden,

wurde eine Face-to-Face Untersuchung durch einen Dermatologen inklusive Dermatoskopie als vergleichbarer Goldstandard durchgeführt. Beide Methoden zeigten eine hohe Sensitivität und Spezifität bezüglich der Diagnostik der vorliegenden Hautveränderungen. Die besten Ergebnisse konnten hierbei für maligne melanozytäre Tumore erreicht werden. Diese konnten mit beiden teledermatologischen Methoden mit einer Sensitivität von 100% und einer Spezifität von 98% makroskopisch sowie 97% dermatoskopisch beurteilt werden. Der Vergleich aller gestellten Diagnosen mit dem jeweiligen Goldstandard zeigte mit einem Cohen-Koeffizient von  $\kappa=0,84$  eine gute Übereinstimmung (48). Diese Studie spiegelt nicht nur einen weiteren Anwendungsbereich der mobilen Teledermatologie wider, sondern zeigt auch auf, dass mobile Systeme erfolgreich in Kombination mit anderen diagnostischen Hilfsmitteln, wie hier einem Dermatoskop, verwendet werden können.

Auch Second- Opinion-Anwendungen können mittels mobiler Teledermatologie durchgeführt werden. Hier kann die im Vergleich zur Standard-Teledermatologie bestehende hohe räumliche Flexibilität besonders hilfreich sein. Beispielhaft hierfür ist eine Studie, im Rahmen derer Gesundheitsfachkräfte aus Uganda in schwierigen Fällen Bilder dermatologischer Läsionen sowie schriftliche Zusatzinformationen mittels Handy an Experten aus Europa, den USA oder Australien schicken konnten, die eine Diagnose stellten und Behandlungsvorschläge abgaben. Hierbei zeigte sich die besondere Benutzerfreundlichkeit mobiler Systeme: „Local health workers reported high satisfaction with the technology (e.g. easy portability, shorter request time, ease of operability, and direct and instantaneous access to dermatology experts)” (49). Kritisiert wurde allerdings, dass der Mobilfunkempfang nicht in allen Fällen eine sofortige Übertragung erlaubte (49).

Die Möglichkeit der direkten Kontaktaufnahme mit dem Patienten durch mobile Telekommunikationsmöglichkeiten eröffnet neben den bereits beschriebenen Aspekten auch neue präventive Möglichkeiten. So untersuchte etwa eine in den Vereinigten Staaten von Amerika durchgeführte, randomisierte, kontrollierte Studie, inwiefern regelmäßige Erinnerungen, Sonnencreme zu benutzen, eine verbesserte Compliance der Patienten bezüglich dieser präventiven Maßnahme bewirken kann. Dabei erhielten die Teilnehmer der Studiengruppe über sechs Wochen täglich je eine

SMS, welche sie an die Notwendigkeit, Sonnencreme zu benutzen, erinnerte. Die Häufigkeit der Nutzung der Sonnencreme wurde sowohl in der Studiengruppe als auch in einer Vergleichsgruppe elektronisch gemessen. Hierbei zeigte sich, dass die Teilnehmer der Studiengruppe an 56,1% aller Tage, und damit signifikant häufiger als die Vergleichsgruppe mit 30% aller Tage, Sonnencreme benutzten (50).

Wie an diesen Beispielen deutlich wird, ist die mobile Teledermatologie eine besonders flexible Art der Teledermatologie und weist eine noch stärkere örtlichere Unabhängigkeit auf, als dies bei der Standard-Teledermatologie der Fall ist.

Beachtenswert ist insbesondere auch, dass verschiedenste Studien zum Thema Teledermatologie existieren, im Rahmen derer ein direkter Arzt-Patienten-Kontakt über das jeweilige elektronische Medium stattfand. Die oben genannte Studie von Frühauf et al., die sich mit dem Telemonitoring von Patienten mit Psoriasis beschäftigte, liefert deutliche Hinweise dafür, dass dieser direkte Kontakt zu einer verbesserten Arzt-Patienten-Beziehung führt, und damit eine gute Basis für eine gelungene Behandlung darstellt (37).

## **2.4 Teledermatologie in der Behandlung von Akne**

Akne vulgaris ist vor allem im Jugendalter eine häufige Erkrankung. Neben den körperlichen Beschwerden, wie Brennen und Jucken, kann Akne zu psychischen und sozialen Beeinträchtigungen führen. Zahlreiche Studien weisen darauf hin, dass Akne-Patienten weniger selbstbewusst und ängstlicher als gesunde, nicht von Akne betroffene Menschen sind und sich häufig zurückgewiesen fühlen. Dies kann die Lebensqualität der Betroffenen, welche sich meist im Jugendalter und damit in einer ohnehin psychisch und sozial vulnerablen Phase befinden, erheblich einschränken, zu einer Störung der sozialen Beziehungen und auch zu einer Verschlechterung der Karrierechancen führen (51–53).

Somit stellt eine gute Behandlung von Akne-Patienten ein wichtiges Ziel dar. Dabei besteht eine Besonderheit der Akne-Behandlung darin, dass sie stets eine langfristig erfolgen sollte (54).

Einige Studien deuten darauf hin, dass Teledermatologie neben der herkömmlichen dermatologischen Betreuung der Patienten einen Beitrag zur Behandlung von Akne leisten könnte.

Eine 2007 veröffentlichte türkische Studie, welche retrospektiv zwischen 2001 und 2003 gestellte Anfragen an Dermatologen, die über eine Internetseite des „IsNet Isbank Internet Service“ zum Thema Gesundheit gesendet und per E-Mail beantwortet wurden, untersuchte, fand heraus, dass 10,2% dieser Fragen zu dem Thema Akne gestellt wurden. Damit war Akne die dermatologische Erkrankung, zu der die meisten Anfragen gesendet wurden.

Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass zum Thema Akne ein besonders großer Informationsbedarf herrscht. Andererseits zeigt diese Studie aber auch, dass viele Akne-Patienten bereits elektronische Medien in Gesundheitsfragen konsultieren und somit eventuell einer telemedizinischen Behandlung offener gegenüberstehen könnten (55).

Überdies könnte Teledermatologie hilfreich sein, um auch an Orten mit einem Mangel an Dermatologen möglichst viele Akne-Patienten dermatologisch zu betreuen. So werden etwa in Dänemark ungefähr 65% aller Hauterkrankungen nicht von einem Dermatologen, sondern von dem Hausarzt der Patienten behandelt (56).

Allerdings zeigte eine ebenfalls in Dänemark durchgeführte Studie, dass Allgemeinmediziner den Schweregrad von Akne anhand von Fotografien unzuverlässiger und weniger genau einschätzen können als Dermatologen (57).

Der Umstand, dass Dermatologen Akne gut anhand von Fotografien beurteilen können, wird in einer von Bergman et al. (58) veröffentlichten Studie bestätigt. Diese untersuchte die Inter- und Intra-Rater-Reliabilität für die teledermatologische Akne-Beurteilung anhand von verschiedenen Scores. Insbesondere für den Total Inflammatory Lesion Count für Papeln und Pusteln fand die Studie mit  $\kappa > 0,9$  für die Intra- Rater und  $\kappa=0,87$  für die Inter- Rater- Reliabilität eine sehr hohe diagnostische Genauigkeit.

Obwohl Teledermatologie, wie diese Beispiele zeigen, ein mögliches Instrument zur Betreuung von Akne-Patienten sein könnte, gibt es bislang nur wenige Studien, die sich mit den Ergebnissen einer teledermatologischen Akne-Behandlung beschäftigen. Watson et al. (59) veröffentlichten 2010 die erste Studie, die dieses Thema untersucht. Dabei wurden 151 Patienten mit leichter bis mittelschwerer Akne vulgaris in zwei Lehr-Krankenhäusern in Boston (USA) eingeschlossen und entweder in eine teledermatologische Interventionsgruppe oder in eine klinische Kontrollgruppe randomisiert. Nachdem alle Patienten zunächst in einer klinischen Basisvisite untersucht worden waren, folgten vier Folgevisiten in sechswöchigen Abständen. Die Patienten der Interventionsgruppe absolvierten ihre Visiten in einem Store-and-Forward- Setting, indem sie einen Fragebogen auf einer sicheren Web-Site beantworteten und jeweils drei Fotografien ihres Gesichts hochluden. Die betreuenden Dermatologen beantworteten die Konsultationen binnen drei Werktagen, sie konnten Therapieanweisungen geben und elektronische Rezepte ausstellen.

Die primäre Fragestellung der Studie war, ob sich die Verbesserung des auf Fotografien der Patienten gezählten „Total inflammatory lesion count“ zwischen beiden Studiengruppen unterscheiden würde. Hierfür wurde kein signifikanter Unterschied festgestellt. Überdies zeigte die Studie, für Patienten sowie Ärzte keinen Unterschied zwischen der Dauer einer konventionellen oder einer telemedizinischen Visite. Allerdings bedeuteten die teledermatologischen Visiten für die Patienten der Interventionsgruppe trotzdem eine Zeitersparnis, da sie keine Anfahrts- und

Wartezeiten hatten. Zudem nutzten Patienten und Dermatologen die zeitliche Flexibilität der Store-and-Forward-Telemedizin, indem 60% der Patienten und 40% der Dermatologen die Visiten außerhalb der normalen Arbeitszeit ausfüllten beziehungsweise beantworteten. 91% der Patienten innerhalb der Interventionsgruppe gaben an, dass sie im Falle einer weiteren Akne-Behandlung der telemedizinischen Betreuung den Vorzug geben würden (59).

Eine weitere Studie zum Thema telemedizinische Akne-Behandlung wurde ebenfalls 2010 im Rahmen einer Diplomarbeit an der medizinischen Universität Graz veröffentlicht. Bei dieser wurden an Akne erkrankte Schüler fotografiert und mittels Fragebogen eine Akne-Anamnese erhoben. Die Fotografien wurden anonym an eine Dermatologin geschickt, welche per E-Mail Therapievorschläge an die persönliche E-Mail-Adresse der Schüler schickte. Nach acht Wochen wurden die Schüler wieder fotografiert und über ihre Zufriedenheit mit dem Behandlungserfolg befragt.

Anhand der Fotografien wurde eine dermatologische Abschätzung des Behandlungserfolges vorgenommen. Sowohl die zweite teledermatologische Untersuchung als auch die subjektive Einschätzung der Schüler ergab eine Verbesserung des Hautbildes in etwa 50% der Fälle. Allerdings arbeitete diese Studie ohne eine klinische Kontrollgruppe, mit der diese Ergebnisse verglichen werden könnten. 76,67% der Schüler gaben an, dass sie eine solche Konsultation wieder nutzen würden (60).

Aus beiden Studien ist ersichtlich, dass Teledermatologie von den Akne-Patienten durchaus positiv aufgenommen wird und für eine effiziente Akne-Versorgung herangezogen werden kann. Allerdings muss auf diesem Gebiet wegen der geringen Zahl der bisher erschienen Studien noch weiter geforscht werden. So liegen bislang insbesondere zum klinischen Ergebnis einer teledermatologischen Betreuung von Patienten mit schwerer Akne noch keine Studien vor.

## **3 Akne vulgaris**

### **3.1 Epidemiologie und Pathophysiologie**

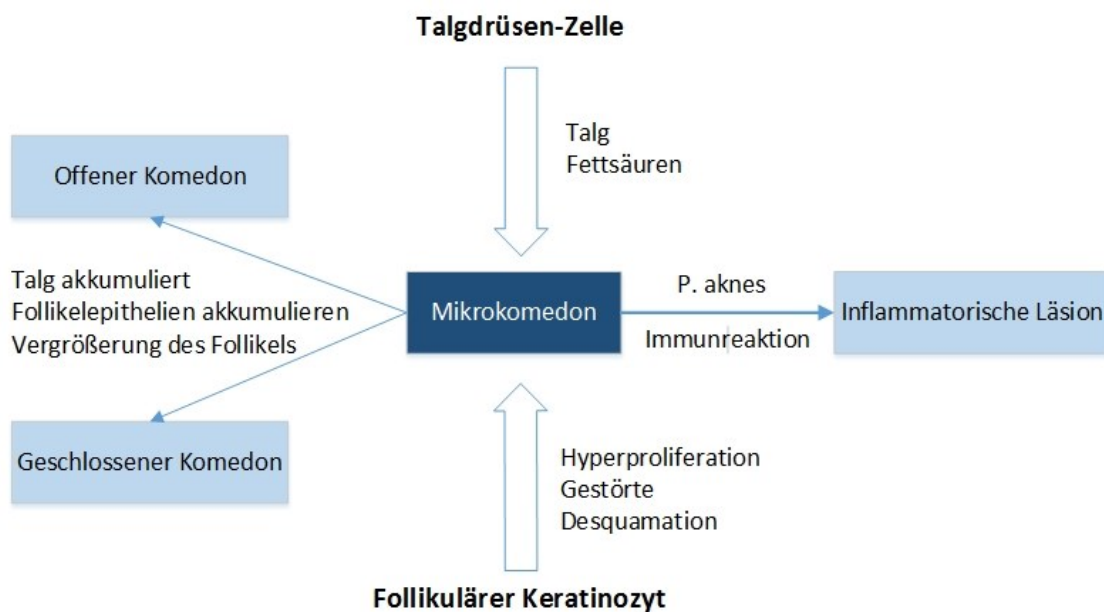
Akne vulgaris ist eine der am häufigsten gestellten dermatologischen Diagnosen. Laut der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft leiden 60% - 80% aller Jugendlichen unter Akne vulgaris (61). Am stärksten von Akne betroffen sind Jugendliche zwischen 15 und 18 Jahren. Bei einem Großteil der Betroffenen heilt die Erkrankung nach dem 20. Lebensjahr folgenlos ab. In 10% - 20% der Fälle persistiert sie über dieses Alter hinaus. Zudem kann Akne zu teilweise starker Narbenbildung führen, die für Betroffene eine langfristige Belastung darstellt. Verschiedene Studien zeigen, dass Mädchen zwar früher, Jungen und männliche Jugendliche aber häufiger und schwerer an Akne erkranken (61, 62). Neben der häufigen Akne vulgaris existieren noch weitere Formen der Akne, welche in Kapitel 3.3 beschrieben sind. Da die Behandlung der Akne vulgaris den Schwerpunkt dieser Arbeit darstellt, ist im folgenden Text mit der allgemeinen Bezeichnung Akne stets diese Form der Akne gemeint.

Zwischen 15%- 30% der Patienten mit Akne benötigen, so die Deutsche Dermatologische Gesellschaft, eine medikamentöse Therapie (61). Angesichts der Tatsache, dass fast alle Jugendlichen an einer mehr oder minder ausgeprägten Akne vulgaris leiden, bedeutet dies einen enormen medizinischen Handlungsbedarf. So wurden etwa in den USA zwischen 1996 und 1998 jährlich Akne-Medikamente für mehr als eine Milliarde US-Dollar verschrieben. Umso entscheidender ist ein wachsendes Wissen über die Pathophysiologie der Akne vulgaris, welche die Erforschung wirkungsvoller Therapieansätze ermöglicht (61).

Akne vulgaris ist eine Erkrankung, die sich an der Haar-Talgdrüsen-Einheit manifestiert. Diese besteht aus dem Haar selbst, dessen Wurzelscheide und der holokrinen Talgdrüse, deren Ausführungsgang in die Wurzelscheide mündet, so dass der Talg über die als Infundibulum breiter werdende Öffnung der Wurzelscheide an die Hautoberfläche gelangen kann (63).

Eine vermehrte Talgproduktion sowie eine verstärkte Proliferation und Verhornung der Follikelepithelzellen führen durch die Akkumulation abgestoßener, durch Lipide und Monofilamente verbundener Follikelepithelien in dem Infundibulum des Haares

zur Entstehung sogenannter Mikrokomedonen. Diese können sich entweder wieder zurückbilden oder unter dem Einfluss verschiedener Faktoren anwachsen und sich so zu sichtbaren Akneläsionen entwickeln. Obwohl es Hinweise darauf gibt, dass bereits in diesem Stadium der Akne subklinische Entzündungsprozesse eine Rolle spielen, unterteilt man üblicherweise die nun entstehenden Akne Effloreszenzen in entzündliche und nicht entzündliche Läsionen (64).



**Abbildung 9: Akne-Pathogenese. Modifiziert nach (65)**

Nicht entzündliche Läsionen bezeichnet man als Komedonen. Diese sind sichtbare Anhäufungen von Talg und Follikelepithelien im Haartrichter. Man unterscheidet zwischen offenen und geschlossenen Komedonen. Letztere stellen sich als kleine weißliche Pappeln dar, während offene Komedonen durch die Oxidation von Fettsäuren und das Vorhandensein von Melanin eine zentrale, schwarze Färbung aufweisen.

Entzündliche Akneläsionen können sich als gerötete Pappeln, Pusteln oder Knoten präsentieren. An ihrer Entstehung ist, neben anderen Mikroorganismen, vor allem das Gram positive anaerobe Bakterium Propionibacterium aknes (*P. aknes*) beteiligt. Durch die Ansammlung von Lipiden und Hornmaterial entsteht ein für das Bakterium günstiges Klima, so dass es im Bereich der Akneläsionen zu einer Hyperkolonisation von Propionibacterium aknes kommt. Dieses führt zu keiner Infektion, sondern ruft

durch seine Anwesenheit eine Immunantwort hervor, welche schließlich die Ausbildung entzündlicher Effloreszenzen verursacht (64, 66).

So stimuliert die Anwesenheit bestimmter Propionibacterium aknes Stämme die Ausschüttung des proinflammatorischen Zytokins Interleukin 1 aus den Follikel-epithelzellen. CD4 positive Lymphozyten und neutrophile Granulozyten werden rekrutiert und führen zu einer vermehrten Durchlässigkeit der follikulären Barriere, so dass das in dem Haarfollikel befindliche Material in die umgebende Haut gelangt und dort weitere Entzündungsvorgänge auslöst (61).

In den letzten Jahren haben verschiedene Forschungsarbeiten gezeigt, dass verschiedenste Faktoren diesen Prozess der Akneentstehung begünstigen oder regulieren können. Dabei wird vor allem die Wirkung von Hormonen, insbesondere Androgene, sowie von Fettsäuren beschrieben. Zwillingsstudien haben zudem gezeigt, dass die Entstehung von Akne durch genetische Faktoren mitbestimmt wird, womit eine familiäre Prädisposition für Akne beziehungsweise für die Schweregrade deren Ausprägung bereits bei Geburt gegeben sein kann (61).

Androgene haben einen wichtigen Einfluss auf die Akneentstehung. So beginnt die Entwicklung von Mikrokomedonen meist in der Adrenache, während das Steroidhormon Dehydroepiandrosteronesulfat (DHEA-S) vermehrt in der Nebennierenrinde gebildet wird. Dieses führt sowohl zu einer Vergrößerung der Talgdrüsen, der Vermehrung der Talgdrüsenläppchen und somit zu einer erhöhten Talgproduktion, als auch zu Proliferation der Keratinozyten im Bereich der Haarwurzelscheide und des Infundibulums. Durch diesen Zusammenhang erklärt sich auch die beim männlichen Geschlecht höhere Akne Prävalenz, die zugleich ein Beispiel für die genetische Beeinflussung von Akne darstellt (61).

Auch wenn hormonelle Störungen wie etwa das Syndrom der polyzystischen Ovarien durchaus mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten von schwerer Akne verbunden sind, haben Akne-Patienten nicht generell erhöhte Androgenspiegel, sondern vielmehr eine erhöhte Dichte von Androgenrezeptoren in den betroffenen Hautregionen.

Neben hormonellen Faktoren hat auch der Lipidstoffwechsel einen Einfluss auf die Akneentstehung. So ist etwa Leukotrien B<sub>4</sub>, ein Metabolit der Arachidonsäure, der wirkungsvollste Ligand der Peroxisom-Proliferation-aktivierenden-Rezeptoren

(PPAR). Vor allem PPAR $\alpha$  und PPAR $\gamma$  führen gemeinsam mit Androgenen zu einer Steigerung der Talgproduktion (61).

Auch Veränderungen des Lipidstoffwechsels können genetisch determiniert sein, so sind beispielsweise einige angeborene Fettstoffwechselstörungen mit einer erhöhten Akne- Prävalenz assoziiert. Zu der Fragestellung, ob die Ernährung über eine Veränderung des Fettstoffwechsels ebenfalls einen Einfluss auf die Entstehung von Akne haben könnte, wurden widersprüchliche Studienergebnisse veröffentlicht. Einen Hinweis für einen möglichen Zusammenhang geben etwa Studien, die beschreiben, dass Bevölkerungsgruppen, deren Ernährung ursprünglich viele  $\omega$ 3-Fettsäuren enthielt und die durch einen westlicheren Ernährungsstil nun mehr  $\omega$ 6-Fettsäuren zu sich nehmen, vermehrt an Akne erkranken (61).

Zusätzlich zu der Ernährung wird auch ein Zusammenhang zwischen Rauchen und Akne diskutiert. Allerdings liegen hier widersprüchliche Studienergebnisse vor, welche das gesamte Spektrum von einem deutlichen Zusammenhang zwischen Rauchen und Akne bis hin zu einem negativen Zusammenhang einschließen (61, 62).

In neueren Arbeiten wird beschrieben, dass neben Androgenen und Lipiden auch periphere und zentrale neurohumorale Faktoren die Entstehung von Akne mitbeeinflussen. So finden sich etwa in der Haut von Akne- Patienten besonders viele Nervenendigungen, welche die entzündungsregulierende Substanz P freisetzen. Zudem gibt es Hinweise dafür, dass das unter anderem in die Stressreaktion involvierte Corticotropin-releasing Hormon die Lipidsynthese der Talgdrüsen verstärkt und zu einer Interleukin Ausschüttung führt (61, 62).

### 3.2 Beeinflussungen von physischer und psychischer Gesundheit

Wie bereits im vorhergehenden Kapitel erwähnt, gehen einige Stoffwechselerkrankungen sowie hormonelle Störungen mit einem höheren Risiko für Akne einher. Andererseits hat eine große prospektive Studie gezeigt, dass Personen, die im Jugendalter an Akne litten, mit einer höheren Wahrscheinlichkeit an einem Prostatakarzinom erkranken, während ihr Risiko für Erkrankungen des Herzkreislaufsystems geringer als das der Vergleichspopulation ohne Akne ist (67). Dies ist allerdings weniger auf die Akne selbst als auf eine gemeinsame hormonelle Beeinflussung von Akne, dem kardiovaskulären System sowie der Prostata zurückzuführen (61, 67).

Auch wenn einzelne Akne Läsionen fast alle Jugendlichen betreffen und in der Regel keine unmittelbare Gefahr für den Körper darstellen, kann Akne mit Brennen und ziehenden Schmerzen einhergehen und somit für Betroffene sehr belastend sein (61). Als Komplikation können Narben resultieren, die neben körperlichen Symptomen, wie etwa Spannungsgefühl, zu einer subjektiv empfundenen Entstellung und aufgrund der beschränkten Behandelbarkeit der Läsionen zu einer immerwährenden Lebensqualitätsminderung führen können (61).



**Abbildung 10: Frische Akne-Narben**

Somit zielt eine Behandlung von Akne vulgaris nicht nur auf eine kurzfristige Besserung der störenden Symptome, sondern auch auf die Prävention langfristig bestehender, körperlich und psychisch belastender Narbenbildung ab.

Da Akne meist im Gesicht lokalisiert und somit für das gesamte Umfeld der Betroffenen erkennbar ist, werden Selbstbild, Verhalten und zwischenmenschliche Beziehungen der Betroffenen häufig negativ beeinflusst. So zeigen Studien, dass Akne- Patienten eher an Depression leiden und häufiger Suizidgedanken hegen, als dies bei der übrigen Bevölkerung der Fall ist (52, 54). Es scheint sogar eine Assoziation zwischen Akne und einer höheren Arbeitslosenquote zu bestehen (68). Wie stark die psychosozialen Folgen die Lebensqualität des Einzelnen beeinträchtigen, hängt von der jeweiligen Persönlichkeit und der subjektiven Einschätzung der Erkrankung ab. Der objektiv erhobene Schweregrad scheint nur bei einem Teil der Betroffenen eine Rolle zu spielen (54, 61).

### **3.3 Diagnostik und Beurteilung von Akne vulgaris**

Die Diagnose Akne vulgaris wird in der Regel durch Blickdiagnose unter Einbeziehung der Anamnese gestellt. Hierbei werden insbesondere Gesicht und Stamm inspiziert und das Auftreten der typischen Akneläsionen: Komedonen, Papeln, Pusteln und Knoten beurteilt. Nach Ausschluss möglicher Differentialdiagnosen erfolgt die Beurteilung der Krankheitsschwere, indem die Gesamtausdehnung der Erkrankung sowie quantitative und qualitative Merkmale vorhandener Läsionen erhoben werden; basierend auf diesen Erhebungen, erfolgt die Therapieeinleitung.

#### **3.3.1 Differentialdiagnosen der Akne vulgaris**

Tritt die Akne bereits kurz nach der Geburt oder in den ersten drei bis sechs Lebensmonaten auf, so bezeichnet man sie als Akne neonatorum beziehungsweise Akne infantum. Beide Formen sind üblicherweise auf das Gesicht beschränkt. Während erstere meist leicht und selbstlimitierend verläuft, können bei der Akne infantum entzündliche Läsionen bis hin zur Knotenbildung auftreten und eine Therapie notwendig machen (66, 69, 70).

Die Akne inversa unterscheidet sich neben ihrer Ausprägung im Wesentlichen durch ihre Lokalisation von den anderen Formen der Akne. Sie betrifft vor allem die Haarfollikel der Terminalhaare und befällt somit die Axilla, den Inguinalbereich sowie die Paragenital- und die Paraanalregion. Hier treten neben anderen Akneläsionen auch schmerzhaftes Knoten und tiefliegende Abszesse auf, die bei einer starken Ausprägung einer chirurgischen Sanierung bedürfen. Als Risikofaktoren für die Akne inversa gelten Nikotinabusus sowie familiäre Prädisposition (66, 69, 70).

Eine besonders bedrohliche Form der Akne ist die Akne fulminans, welche meist männliche Patienten betrifft. Hierbei kommt es, oft auf dem Boden einer bestehenden milden Akne, zu dem akuten Auftreten einer schweren Akne mit zahlreichen Knoten und hämorrhagischen Ulzerationen. Zudem treten Allgemeinsymptome wie Fieber, Gelenkschmerzen und Hepatosplenomegalie auf. Im Labor fallen eine Leukozytose und eine erhöhte Blutsenkungsgeschwindigkeit auf (66, 69, 70).

Akne conglobata, auch follikuläres Okklusionssyndrom, ist ein weiteres schweres Krankheitsbild, an welchem ebenfalls vorwiegend Männer erkranken. Dieses ist oft

mit einer Akne vulgaris conglobata vergesellschaftet. Im Gesicht und insbesondere im Bereich von Nacken und Rücken bilden sich dabei Komedonen, knotige und zystische Hautveränderungen sowie Fisteln. Zudem geht das Krankheitsbild mit einer Akne inversa einher. Kommt es zusätzlich zur Ausbildung eines Pilonidalsinus und einer Perifolliculitis capitis abscedens et suffodiens, so wird dieses Krankheitsbild auch Akne- Tetrade genannt. Häufig ist nur eine chirurgische Therapie zielführend (69, 71).

Sowohl die Akne fulminans als auch die Akne conglobata können als Teil des SAPHO-Syndroms (Synovitis, Akne, Pustulosis, Hyperostose, Osteitis) auftreten (72).

Eine weitere Sonderform der Akne ist die Akne excoriée des jeunes filles. Diese tritt vor allem bei weiblichen Patientinnen auf. Das Erscheinungsbild dieser Erkrankung, welches durch Erosionen, Exkorationen und Narben gekennzeichnet ist, wird durch Manipulation der Patientinnen an vorhandenen, meist wenig schwerwiegenden Akneläsionen verursacht (66, 69, 70).

Im Gegensatz zu den bereits vorgestellten endogenen Erscheinungsbildern der Akne, wird exogene Akne durch den Kontakt des Körpers mit Fremdstoffen verursacht.

Akne venata oder auch Kontaktakne kann durch den Kontakt mit Lippenbalsam, Kopfülen und anderen fetthaltigen Körperpflegeprodukten induziert werden. Auch in der Industrie verwendete Stoffe wie Öl, Teer oder chlorierte aromatische Kohlenwasserstoffverbindungen können bei Hautkontakt Akne auslösen (66, 69, 70).

Andere Erkrankungen, die zwar nicht zu dem Formenkreis der Akne gehören aber ähnlich wie eine Akne imponieren können, sind die Acne aestivalis, ein Erscheinungsbild der polymorphen Lichtdermatose, akneiforme Eruptionen nach Medikamenteneinnahme, Rosazea und bakterielle Follikulitiden (61, 66, 70).

### **3.3.2 Beurteilung des Schweregrades von Akne vulgaris**

Wird nach Diagnosestellung der Schweregrad der Akne vulgaris bestimmt, so müssen dabei nicht nur faziale Läsionen, sondern auch jene an anderen Körperstellen wie etwa Rücken oder Dekolleté berücksichtigt werden. Leider gibt es bis heute keine Richtlinien zur Bestimmung der Krankheitsschwere bei Akne, so dass die hier genannten Möglichkeiten nur einen kleinen Teil der in der Literatur veröffentlichten Instrumente zur Beurteilung der Akne darstellen.

Eine Möglichkeit, die Schwere der Akne festzustellen sowie ihren Verlauf unter einer Therapie zu dokumentieren, ist die Methode des „Total Lesion Count“ (TLC), also das Zählen aller Läsionen. Dabei können alle Läsionen zugleich oder inflammatorische und nicht inflammatorische Läsionen einzeln gezählt werden. Auch eine Zählung, welche zwischen Komedonen, Papeln, Pusteln und Knoten unterscheidet, wird vorgeschlagen. Die Läsionen des gesamten Gesichtes können gemeinsam gezählt oder eine Einteilung nach verschiedenen Gesichtsregionen vorgenommen werden (73, 74).

Eine Studie von Lucky et al. (73), welche die Qualität dieses diagnostischen Vorgehens untersuchte, fand, dass geschulte Untersucher ihre eigenen Ergebnisse mit einer sehr hohen Genauigkeit reproduzieren konnten. Die Übereinstimmung zwischen verschiedenen Untersuchern war deutlich geringer. Die Reproduzierbarkeit der Zählungen nahm überdies mit steigender Anzahl der Läsionen ab.

Ein anderes mögliches Vorgehen bei der Bewertung von Akne ist die Einteilung nach der Art der vorhandenen Läsionen. Hierbei kann man zwischen Akne comedonica, Akne papulopustulosa und Akne vulgaris conglobata unterscheiden.

Während bei der Akne comedonica Komedonen die vorherrschende Effloreszenz darstellen und nur wenige entzündliche Läsionen vorhanden sein dürfen, ist die Akne papulopustulosa durch das überwiegende Auftreten von entzündlichen Papeln und Pusteln gekennzeichnet.

Als Akne vulgaris conglobata bezeichnet man die schwerste Form der Akne vulgaris, die durch das Auftreten von Knoten, konfluierenden Abszessen sowie möglicherweise auch Fisteln und Zysten gekennzeichnet ist. Diese Form der Akne beschränkt sich meist nicht auf das Gesicht, sondern befällt vor allem auch Brust und Rücken großflächig. Darüber hinaus zeichnet sich die Akne vulgaris conglobata durch eine starke Tendenz zur Bildung von Narben aus (61, 66, 70).

Während Akne vulgaris conglobata immer eine schwere Akne beschreibt, können die erstgenannten Formen abhängig von der Anzahl der Läsionen in ihrer Schwere variieren. So schlagen Plewig und Kligman(75). beispielsweise ein System vor, bei dem jeweils auf einer Gesichtshälfte die Komedonen für Akne comedonica beziehungsweise die Papeln und Pusteln für Akne papulopustulosa gezählt werden, um damit eine Graduierung festlegen zu können.

Acne-Scores bieten eine weitere Möglichkeit der Graduierung von Akne. Sie erlauben eine schnelle Beurteilung der Akne, können aber geringe Veränderungen weniger genau festhalten, als dies bei Anwendung des „Total lesion count“ möglich ist (61, 74).

Ein Beispiel für ein solches Instrument ist der „Global Evaluation of Acne- Score“ (GEA- Score), welcher von Dréno et al. (76) für Europa entwickelt und 2011 veröffentlicht wurde. Dabei wird Akne in sechs Grade unterteilt („0“: abgeheilt bis „5“: sehr schwere Akne). Die Einteilung in die verschiedenen Grade richtet sich nach Art der Läsion, einer groben Einschätzung ihrer Anzahl sowie der betroffenen Fläche des Gesichtes.

Die Autoren dieses Instrumentes überprüften seine Eignung indem sie 34 Fotografien und 22 Patienten von sieben Dermatologen mit Hilfe des GEA-Scores bewerten ließen. Dabei konnte eine gute Übereinstimmung der getroffenen Bewertungen zwischen den einzelnen Dermatologen demonstriert werden (76).

**Tabelle 1: GEA-Score. (76)**

0	keine Läsionen	Residuale Pigmentierung und Ödem können vorhanden sein
1	fast keine Läsionen	Wenige verstreute offene oder geschlossene Komedonen und sehr wenige Papeln
2	leicht	Weniger als die Hälfte des Gesichts ist betroffen: Wenige offene oder geschlossene Komedonen und wenige Papeln und Pusteln
3	mittel	Mehr als die Hälfte des Gesichts ist betroffen: Viele Papeln und Pusteln, viele offene oder geschlossene Komedonen, bis zu einem Knoten
4	schwer	Das gesamte Gesicht ist betroffen: Dieses ist mit vielen Papeln, Pusteln, offenen oder geschlossenen Komedonen und wenigen Knoten bedeckt
5	sehr schwer	Stark inflammatorische Akne, die das gesamte Gesicht bedeckt, Knoten vorhanden

Neben der Begutachtung der Läsionen und der Einteilung der Erkrankung in Schweregrade hat sich die fotografische Dokumentation als hilfreich erwiesen. Da diese, wie in Kapitel 2.3 beschrieben, eine gute Darstellung der Akne erlaubt, kann sie nicht nur telemedizinisch, sondern auch im klinischen Alltag genutzt werden, wo sie

im Verlauf der Behandlung Therapieerfolge dokumentieren und auch für die Patienten sichtbar machen kann (58).

### **3.3.3 Weitergehende Diagnostik**

Meist sind neben der klinischen Untersuchung keine weiteren diagnostischen Maßnahmen vor einer Aknetherapie zu treffen. Allerdings empfiehlt die deutsche dermatologische Gesellschaft im Fall von plötzlich aufgetretener Akne bei Frauen mit zusätzlichen Virilisierungserscheinungen oder Zyklusunregelmäßigkeiten eine weiterführende Hormondiagnostik zur Aufdeckung möglicher zugrundeliegender hormoneller Erkrankungen (61).

Überdies wird bei diagnostischer Unsicherheit sowie bei therapieresistenter Akne die Durchführung eines Erregernachweises empfohlen. Dieser könnte bakterielle Superinfektion mit *Staphylococcus aureus* oder bei Therapieresistenz gegenüber oraler Antibiotikagabe die Besiedlung mit Antibiotika resistenten *Propionibacterium acnes* aufdecken (61).

Weitere diagnostische Schritte können vor bestimmten therapeutischen Maßnahmen zur Vermeidung von Nebenwirkungen notwendig werden. Diese werden in Kapitel 3.4 beschrieben.

### 3.4 Therapie der Akne vulgaris

Die therapeutischen Möglichkeiten der Akne sind vielfältig. Verschiedene topische und systemische Medikamente können zur Behandlung der Akne genutzt werden. Dabei hängt die Wahl des richtigen Therapeutikums von der Schwere der Akne, der Art der Akneläsionen und der Verträglichkeit der einzelnen Medikamente ab. Neben den hier beschriebenen medikamentösen Möglichkeiten der Aknetherapie werden in den letzten Jahren zunehmend auch andere Therapieformen wie Photodynamische Therapie, Blaulicht, intense pulsed light oder Laser erforscht. Diese werden in den gängigen Therapieempfehlungen allerdings noch nicht berücksichtigt (61, 77).

**Tabelle 2: Therapiealgorithmus. Modifiziert nach (65).**

Schwere	leicht		mittelschwer		schwer
Läsionen	Komedonen	Papeln/ Pusteln	Papeln/ Pusteln	Knoten	Knoten/Akne vulgaris conglobata
Erste Wahl	Topisches Retinoid	Topisches Antibiotikum + topisches Retinoid	Orales Antibiotikum + topisches Retinoid +/- BPO	Orales Antibiotikum + topisches Retinoid +BPO	Orales Isotretinoin
Alternativen	Anderes topisches Retinoid oder Azelainsäure	Anderes topisches Retinoid + anderes topisches Antibiotikum oder Azelainsäure	Anderes orales Antibiotikum + anderes topisches Retinoid +/- BPO	Orales Isotretinoin oder anderes orales Antibiotikum + anderes topisches Retinoid +/- BPO/ Azelainsäure	Hoch dosiert orales Antibiotikum + topisches Retinoid + BPO
Alternativ für Frauen	Siehe erste Wahl	Siehe erste Wahl	Orales Antiandrogen + topisches Retinoid/ Azelainsäure +/- topisches Antibiotikum	Orales Antiandrogen + topisches Retinoid +/- orales Antibiotikum	Hoch dosiertes orales Antiandrogen + topisches Retinoid +/- anderes topisches Antibiotikum
Erhaltungs- therapie	Topisches Retinoid + topisches Retinoid +/- BPO				

### 3.4.1 Topische Therapie

Topische Retinoide werden von der „Global Alliance to improve outcomes of acne“ als Therapie der ersten Wahl für alle leichten bis mittelschweren Formen der Akne empfohlen (65). Sie wirken antiproliferativ auf die Keratinozyten und führen zu einer Normalisierung der Verhornung. Somit wirken sie direkt am Mikrokomedon, wo sie eine komedolytische Wirkung besitzen und zusätzlich die Entstehung neuer Komedone verhindern. Darüber hinaus zeigen sie schwache antiinflammatorische Effekte (61, 65, 77).

Topische Retinoide werden als Monotherapie bei leichten Formen entzündlicher und nicht entzündlicher Akne empfohlen. Sie können bei schwereren Erscheinungsformen der Akne mit anderen topischen Medikamenten kombiniert werden, eine Kombination mit oralen Retinoiden ist allerdings kontraindiziert. Zudem können sie zur Erhaltungstherapie nach anderen Therapieformen genutzt werden.

Die Retinoide werden pharmakologisch in eine erste (Tretinoin, Isotretinoin, Alitretinoin), eine zweite (Acitretin) und eine dritte Generation (Adapalen, Tazaroten) eingeteilt. In Österreich werden allerdings nur Vertreter der ersten und dritten Generation in der Aknetherapie eingesetzt. Tazaroten ist in Europa nur in der Schweiz zugelassen. Hinsichtlich Lichtempfindlichkeit und Hautreizungen, zwei der häufigsten Nebenwirkungen einer topischen Retinoidtherapie, zeigt sich Adapalen am besten verträglich (61, 65, 77–79).

Benzoylperoxid (BPO) ist vor allem bei leichten Formen inflammatorischer Akne eine Alternative zu topischen Retinoiden und wird in einer 2012 erschienen Publikation (77) im Gegensatz zu den Empfehlungen der „Global alliance to improve outcomes of acne“ als erste Wahl für diese Indikation genannt (65, 77). Es wirkt antiinflammatorisch, reduziert die Besiedelung mit *P. acnes*, ohne zu einer Resistenzbildung zu führen, und hat überdies einen milden comedolytischen Effekt. Neben der Monotherapie kann BPO auch in Kombination mit anderen Therapeutika zum Einsatz kommen, auch zur Erhaltungstherapie ist es geeignet.

Eine häufige Nebenwirkung ist die Hautirritation, welche sich als Brennen, Rötung und Schuppung der Haut manifestieren kann. Zudem sollte wegen der Fototoxizität des Medikaments ein konsequenter Sonnenschutz angewendet werden. Selten kann es zu Kontaktekzemen kommen. Außerdem sollten Patienten darauf hingewiesen

werden, dass der Kontakt von BPO zu Kleidung und anderen Textilien vermieden werden sollte, da diese sonst Bleichflecken bekommen könnten (61, 65, 77).

Auch topische Antibiotika (Clindamycin, Erythromycin, Nadifloxin, Tetrazyklin) bewirken eine Elimination von *P. acnes* und sie zeigen zusätzlich eine davon unabhängige antiinflammatorische Wirkung. Sie werden bei leichter bis mittelschwerer Akne papulopustulosa eingesetzt. Da allerdings das vermehrte Auftreten von resistenten *P. acnes* Stämmen als Folge der Nutzung von topischen Antibiotika beobachtet wird, sollten diese ausschließlich in Kombination mit topischen Retinoiden, Benzoylperoxid oder Azelainsäure und für maximal sechs Wochen angewendet werden. Zusätzlich müssen die für die einzelnen Medikamente geltenden Kontraindikationen beachtet werden.

Mögliche Nebenwirkungen sind neben der bereits erwähnten Resistenzbildung lokale Hautreizungen, die vor allem durch die Grundlage der Medikamente verursacht werden, sowie eine Unverträglichkeit gegenüber UV-Licht für Tetracyclin und Nadifloxacin (61, 65, 77).

Azelainsäure wirkt komedolytisch, entzündungshemmend und antimikrobiell, wobei ihre Wirkung verglichen mit topischen Retinoiden schwächer ausfällt. Sie kann vor allem kurz nach der Anwendung zu lokalen Hautbeschwerden führen. Dieser Effekt wird bei längerfristiger Anwendung schwächer. Zudem kann Azelainsäure einen bleichenden Effekt auf die Haut ausüben (61, 65, 77).

Die Anwendung anderer früher zur Therapie der Akne eingesetzter Medikamente wie Phenol, Resorcin, Chlorhexidin, Zinkacetat und Polividon Jod wird heute nicht mehr empfohlen (61).

### **3.4.2 Systemische Therapie**

Systemische Antibiotika (Doxyzyklin, Minozyklin, Tetrazyklin und Erythromycin) wirken, wie auch topische Antibiotika, antiinflammatorisch und antibakteriell und können deshalb zur Therapie der Akne angewendet werden. Sie werden bei mittelschwerer bis schwerer Akne, bei Nichtansprechen topischer Therapien sowie bei großflächiger Ausbreitung der Akne eingesetzt. Auch systemische Antibiotika sollten in Hinblick auf eine mögliche Resistenzentwicklung, welche vor allem im Zusammenhang mit der Einnahme von Erythromycin

beschrieben ist, nur in Kombination mit anderen gegen Akne wirksamen Medikamenten wie topischen Retinoiden oder BPO verordnet werden. Darüber hinaus sollten sie nur in einem Zeitraum von ein bis drei Monaten eingenommen werden. Tritt nach sechs bis acht Wochen kein Therapieerfolg ein, sollte dies zu einem Wechsel des Therapieregimes führen. Kontraindikationen, wie für Tetrazykline etwa Leber- und Nierenfunktionsstörungen, müssen vor Therapiebeginn ausgeschlossen werden.

Als Nebenwirkungen können unter anderem Gastrointestinale Symptome sowie eine vaginale Candidiasis bei Frauen auftreten. Darüber hinaus kann die Einnahme von Doxzyklin und Tetrazyklin in Verbindung mit UVA-Licht zu einer phototoxischen Reaktion führen, so dass die Patienten Lichtschutz anwenden müssen (61, 65, 77).

Bei Frauen mit Akne besteht zusätzlich zu den übrigen therapeutischen Optionen die Möglichkeit einer Behandlung mit oralen Antiandrogenen, welche durch eine Blockade des Androgenrezeptors oder durch eine Hemmung der Androgenproduktion im Ovar wirken. Empfohlen wird diese Therapie für Frauen mit Androgenisierungserscheinungen, bei einer Akne tarda oder bei einem SAHA-Syndrom (Seborrhoe, Akne, Hirsutismus, androgenetische Alopezie), wenn ohnehin ein Kontrazeptionswunsch der Patientin besteht sowie in Kombination mit einer oralen Isotretinoin-Therapie, da bei dieser ohnehin eine sichere Antikontrazeption gewährleistet werden muss. Die Einleitung einer antiandrogenen Therapie sollte durch einen gynäkologischen Facharzt geschehen, der auch über mögliche Nebenwirkungen, wie ein erhöhtes Risiko für thromboembolische Ereignisse, aufklären und zusätzliche Risikofaktoren hierfür ausschließen sollte. Eine positive Wirkung auf Akne wurde für Kombinationspräparate, welche Cyproteronacetat, Chlormadinonacetat, Dienogest oder Drospirenon in Kombination mit Ethinylestradiol enthalten, gezeigt (61, 65, 77).

Isotretinoin, ein oral verabreichtes Retinoid, ist hinsichtlich der Entstehungsfaktoren der Akne der am kausalsten wirkende Arzneistoff. So bewirkt Isotretinoin nicht nur eine Normalisierung der Keratinisierung und eine 90%ige Reduktion der Talgproduktion, wodurch die Komedonenbildung verhindert wird, sondern führt auch einen antiinflammatorischen und antimikrobiellen Effekt herbei (65).

Obwohl orales Isotretinoin damit das potenteste Medikament in der Behandlung von Akne ist, ist seine Nutzung wegen der möglichen Nebenwirkungen auf schwere beziehungsweise schwer therapierbare Akne- Formen beschränkt. Allerdings kann das Medikament bei besonders starker oder schnell progredienter Akne, starker Vernarbung oder deutlicher psychischer Beeinträchtigung der Patienten auch als Erstmedikation genutzt werden (61, 65, 77).

Es existieren keine einheitlichen Empfehlungen bezüglich Therapiedauer und Dosis. Allgemein wird jedoch eine Dosis von 0,5- 1mg/kg Körpergewicht für eine Therapiedauer von 20 - 24 Wochen empfohlen. Geringere Dosierungen gehen mit einem höheren Risiko für Rezidive nach Therapieende einher (61, 65, 77).

Im Verlauf der Therapie kann es in den ersten Wochen zu einer Exazerbation der Akne kommen, bei besonders schweren Fällen entzündlicher Akne kann deshalb eine Co- Medikation mit systemischen Glukokortikoiden nötig sein. Im Verlauf der Therapie kommt es dann zu einer deutlichen Verbesserung der Akne. Dieser Effekt kann auch nach Therapieende noch anhalten. Bei 85% der Patienten wird auf diese Weise eine Abheilung der Akne erzielt. Das Risiko für ein Aknerezidiv liegt je nach Studie zwischen 21% und 62% (65, 77).

Während der Therapie kann es dosisabhängig zu Nebenwirkungen wie trockener Haut, trockenen Lippen und Augen oder Nasenbluten kommen. Diese lassen sich durch symptomatische Therapie oder Dosisreduktion behandeln. Zur Vorbeugung dieser Nebenwirkungen sollten die Patienten auf das Tragen von Kontaktlinsen verzichten und keine austrocknenden Körperreinigungsmittel anwenden.



**Abbildung 11: Trockene Lippen unter Isotretinoin-Therapie**

Andere mögliche Nebenwirkungen sind Muskel und Gelenksschmerzen sowie Kopfschmerzen. Diskutiert wird überdies, ob Isotretinoin Stimmungsschwankungen und Depression verursachen kann. Obwohl in verschiedenen Studien kein vermehrtes Auftreten von Depression unter Isotretinoin Therapie gefunden werden konnte(52), kann ein Zusammenhang nicht ausgeschlossen werden, sodass Patienten im Verlauf der Therapie nach möglicherweise aufgetretenen psychischen Veränderungen befragt werden sollten (61, 65, 77).

Selten wurde ein erhöhtes Risiko für ulzeröse Kolitis sowie für Osteoporose im Zusammenhang mit Isotretinoin beschrieben.

Die gefürchtetste Nebenwirkung von Isotretinoin ist die Teratogenität dieses Medikamentes. Aus diesem Grunde ist eine ausführliche Aufklärung der Patienten vor der Therapie durchzuführen. Gebärfähige Frauen sollten daher bereits einen Monat vor und bis zum Abbau des Medikamentes mindestens sechs Wochen nach Therapie eine Kontrazeption durchführen. Hierzu können wegen des zusätzlichen therapeutischen Effekts vorzugsweise die oben genannten oralen Antikontrazeptiva genutzt werden. Auch vergleichbar wirkungsvolle Verhütungsmethoden können angewendet werden. Einige Autoren fordern die gleichzeitige Nutzung zweier unterschiedlicher Verhütungsmethoden (61, 65, 77, 80). Nach der Leitlinie der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft (61) sind zudem zum Ausschluss einer Schwangerschaft Schwangerschaftstests vor, während und nach der Therapie angezeigt.

Weitere notwendige Laboruntersuchungen umfassen die Bestimmung der Leberparameter und Blutfette. Kontraindikationen für die Therapie stellen wie bereits erwähnt Schwangerschaft und Stillzeit sowie schwere Funktionsstörungen der Niere und Leber dar. Hyperlipidämie, Diabetes mellitus und schwere Osteoporose sind relative Kontraindikationen für die Therapie. Überdies dürfen Tetracykline nicht gleichzeitig mit Isotretinoin eingenommen werden, da die Kombination beider Medikamente zu einer Steigerung des zerebralen Drucks führen könnte. Bei einer gleichzeitigen Anwendung mit Acetylsalicylsäure ist das Risiko für Schleimhautschäden erhöht. Eine Kombination mit Vitamin A kann zu einer Hypervitaminose führen, weshalb sie vermieden werden sollte (61, 65, 77).

### **3.5 Therapieadhärenz von Akne Patienten verstehen und verbessern**

Die Therapieadhärenz, oder einfach nur Adhärenz, beschreibt das Ausmaß in dem ein Patient eine zuvor mit dem Arzt vereinbarte Therapieanordnung einhält. Häufig wird der Begriff Compliance in der Literatur synonym verwendet. Compliance im engeren Sinne impliziert jedoch ein passives Befolgen des vom Arzt verordneten Therapieplans, während der Begriff Adhärenz eine aktive Rolle des Patienten in Therapieentscheidung und -durchführung miteinbezieht (79).

Die Adhärenz kann den Erfolg einer Therapie maßgeblich beeinflussen (81). Leider zeigen verschiedene Studien, dass nur 24% - 65% der Akne-Patienten während der gesamten Akne Therapie eine gute Therapieadhärenz aufwiesen (79, 82, 83). Dabei sind die Patienten nicht nur in Bezug auf die Medikamenteneinnahme, sondern auch bezüglich des Einhaltens der vereinbarten Arzttermine häufig unzuverlässig (84).

Die Adhärenz von Akne-Patienten wird von verschiedensten Faktoren beeinflusst. So ist sie im internationalen Vergleich in Europa schlechter als in Asien oder Amerika. Das Alter der Patienten beeinflusst die Adhärenz insofern, als dass sie bei jüngeren Patienten, insbesondere bei Kindern, schlechter als bei älteren ist (85). Eine bessere Adhärenz wurde bei Frauen im Vergleich zu Männern und, allerdings nicht signifikant, bei verheirateten Personen im Vergleich zu nicht verheirateten beobachtet. Darüber hinaus scheint der Berufsstand eine Rolle zu spielen, wobei arbeitstätige Personen und Studenten eher als arbeitslose Personen eine gute Adhärenz zeigten. Sowohl Patienten, die Alkohol tranken, als auch solche, welche rauchten, hielten ihren Therapieplan im Vergleich zu Patienten, welche die entsprechende Substanz nicht konsumierten, schlechter ein (83).

Neben diesen erstgenannten, vom behandelnden Arzt nicht beeinflussbaren Faktoren wird die Adhärenz aber auch von der gewählten Therapiemodalität beeinflusst, wobei die hierzu veröffentlichten Studien zum Teil widersprüchliche Ergebnisse lieferten.

Zwei Studien fanden für Patienten mit topischer Therapie eine bessere Adhärenz als für Patienten mit systemischer Therapie, wobei hier unter dem Begriff systemische Therapie verschiedenste Therapieoptionen wie Isotretinoin, antibiotische und

hormonelle Therapie bis hin zu alternativen Behandlungsformen wie traditionelle chinesische Medizin zusammengefasst sind. Allerdings war die Adhärenz bezüglich topischer Medikation in Europa signifikant schlechter als in anderen Kontinenten. Auch bei Kombination von topischer und systemischer Medikation wurde eine schlechtere Adhärenz bezüglich der Einnahme der systemischen Medikation, verglichen mit der topischen Medikation, beobachtet (82, 85).

Die Ergebnisse der Studien, welche die Einnahme von oralem Isotretinoin gesondert betrachteten, divergierten deutlich, hier lag der Anteil der Patienten mit guter Adhärenz zwischen 54% und 96%. Einig sind sich die Autoren allerdings dahingehend, dass wiederholte Zyklen einer Isotretinointherapie zu einer deutlichen Abnahme der Adhärenz führen, so dass der Einschluss von unterschiedlich vorbehandelten Patientenkollektiven eine Ursache für die unterschiedlichen Ergebnisse sein könnte (83, 85, 86). Auch wenn Patienten ihre Medikamente selber bezahlen müssen, führt dies zu einer schlechteren Einhaltung des Therapieplanes (83).

Weitere Faktoren, die das Verhalten der Patienten beeinflussen, sind die Schwere und der Verlauf der Erkrankung. Dabei zeigten Patienten mit schwerer Akne eine bessere Adhärenz. Waren die Patienten im Verlauf der Therapie mit dem Behandlungseffekt zufrieden und kam es zu einer objektivierbaren Verbesserung der Erkrankung, so wirkte sich dies positiv auf die Adhärenz aus. Auch ein besseres Wissen des Patienten über die Erkrankung und die Therapie hatte hier einen positiven Einfluss. Im Gegensatz dazu waren das Auftreten von Nebenwirkungen sowie notwendige Änderungen des Therapieregimes mit einer schlechteren Adhärenz assoziiert (82, 85).

Wurden die Patienten nach den Gründen für versäumte Termine und Anwendungen der verschriebenen Medikamente gefragt, so waren die am häufigsten genannten Gründe: Vergessen, Zeitmangel, Überdruß bezüglich der Therapie und Nebenwirkungen (81, 83, 84). Als Grund für das Nichterscheinen zu vereinbarten Terminen gaben die Patienten zudem an, dass sie aufgrund des bereits erreichten Therapieerfolges weitere Konsultationen für nicht notwendig erachtet hätten (84).

**Tabelle 3: Einflussfaktoren auf die Adhärenz**

<b>Positiver Einfluss auf Adhärenz</b>	<b>Negativer Einfluss auf Adhärenz</b>
Wohnort: Asien, Amerika	Wohnort: Europa
ältere Patienten/innen	Kinder
weiblich	männlich
verheiratet	alleinstehend
berufstätig, Student/in	arbeitslos
Abstinenz	Alkohol trinkend
Nicht-Raucher	Raucher
topische Therapie	systemische Therapie
topische Monotherapie	Kombinationstherapie
erster Zyklus Isotretinoin	wiederholte Isotretinointherapie
schwere Akne	leichte Akne
Zufriedenheit mit der Therapie	Unzufriedenheit mit der Therapie
Befundverbesserung	keine Befundverbesserung
gut über Erkrankung und Therapie informierte Patienten	schlecht über Erkrankung und Therapie informierte Patienten
Erfolg der Primärtherapie	häufiger Wechsel des Therapieregimes
gute Verträglichkeit	Nebenwirkungen

Nachdem eine schlechte Adhärenz auch mit einem geringeren Therapieerfolg verbunden ist (81), muss es die Aufgabe des behandelnden Arztes sein, Voraussetzungen zu schaffen, welche den Patienten in der Mitarbeit bei der Behandlung seiner Erkrankung unterstützen.

Natürlich muss die Auswahl des gewählten Medikaments vor allem durch die Ausprägung der Akne und die Art der Läsionen bestimmt werden. Allerdings sollte in Hinblick auf die Adhärenz darauf geachtet werden, möglichst nebenwirkungsarme Medikamente zu verwenden, gleichzeitig sollten diese aber gut wirksam sein. Ist eine orale Therapie mit Isotretinoin indiziert, so scheint es wichtig zu sein, diese in einer ausreichenden Dosierung zu verordnen, da sonst das Risiko für Rezidive erhöht ist und neuerliche Zyklen einer oralen Therapie mit einer deutlich schlechteren Adhärenz behaftet sind (82, 83, 85).

Da Vergessen einer der von den Patienten am häufigsten genannten Gründe für das Versäumnis der Medikamenteneinnahme oder -anwendung ist (81, 82), scheint es

sinnvoll, automatische Erinnerungssysteme zu implementieren. Allerdings zeigte eine erst kürzlich in Kalifornien durchgeführte Studie, dass eine regelmäßige Erinnerung an die Medikamenteneinnahme mittels SMS nicht zu einer Verbesserung von Adhärenz und dem klinischen Ergebnis der Patienten im Vergleich zu einer Kontrollgruppe, welche keine Erinnerungsnachrichten erhielt, führte (87).

Ein entscheidender Faktor scheint die Kommunikation mit den Patienten zu Beginn und im Verlauf der Behandlung zu sein. Dabei ist es wichtig, den Patienten über das Wesen der Erkrankung, die Therapie und auch die Nebenwirkungen gründlich aufzuklären, da ein besseres Wissen über Krankheit und Therapie zu einer Verbesserung der Adhärenz führt (79, 82, 85). Im Verlauf sollte die Adhärenz evaluiert werden. Dies kann durch ein einfaches Abfragen geschehen. Pawin et al. (86) hat dazu zwei einfache Fragebögen zur Evaluation der Adhärenz entworfen.

Nachdem auch die subjektive Zufriedenheit des Patienten mit der Therapie sein Verhalten beeinflusst, sollte auch diese erhoben werden(80, 83).

Um den Patienten die Verbesserungen ihres Hautbildes im Verlauf demonstrieren zu können, könnte, insbesondere da das subjektive Krankheitsempfinden der Akne-Patienten oft nicht mit dem objektiven Befund korreliert (61), eine Fotodokumentation hilfreich sein (58).

## 4 Studie

### 4.1 Einführung

Wie bereits beschrieben haben verschiedene Studien gezeigt, dass Teledermatologie insbesondere für die Behandlung chronischer Erkrankungen gut geeignet ist (37, 44). Dabei könnte Akne wegen der Chronizität der Erkrankung, der guten Beurteilbarkeit anhand von Fotografien und der häufigen Nutzung von elektronischen Medien durch die am stärksten von Akne betroffene Altersgruppe ein mögliches sinnvolles Anwendungsgebiet darstellen (55, 58, 59).

Allerdings wurden bisher nur wenige Arbeiten zu diesem Thema veröffentlicht (59, 60), insbesondere zur Nutzung von Teledermatologie in der Behandlung von Patienten mit schwerer Akne liegen bislang keine Studienergebnisse vor.

Gerade diese Patienten benötigen wegen ihrer Erkrankung, aber auch wegen des potentiellen Auftretens von Nebenwirkungen bei den üblicherweise für die Therapie von schwerer Akne genutzten systemischen Therapieformen, eine besonders engmaschige Betreuung. Telemedizin könnte dabei für diese Patienten eine zeitsparende und wegen der hohen Flexibilität komfortable Art der Behandlung darstellen (59, 60). Im Gegensatz zu der von Watson et al. durchgeführten Studie (59), die eine höhere Rate an Studienabbruchern in der teledermatologisch behandelten Studiengruppe zeigte, kam eine Studie, welche sich mit der teledermatologischen Betreuung von Psoriasis Patienten beschäftigte, zu dem Schluss, dass durch Teledermatologie sogar ein besseres Arzt- Patientenverhältnis geschaffen und damit eine gute Grundlage für eine Verbesserung der Adhärenz gelegt werden kann (37).

Ziel der vorliegenden Studie war es nun zu untersuchen, ob mittels telemedizinischer Betreuung von Patienten mit schwerer Akne ein ebenso gutes oder besseres Behandlungsergebnis als bei einer konventionellen Betreuung erreicht werden kann und inwieweit diese alternative Behandlungsform das Auftreten von Nebenwirkungen, aber auch die Abbruchraten während der Behandlung beeinflusst. Zudem wurden mögliche Vorteile für die teledermatologischen Patienten analysiert und die Patienten-Zufriedenheit untersucht.

## **4.2 Material und Methode**

### **4.2.1 Setting und Studienpopulation**

Im Zeitraum von September 2011 bis Juni 2012 wurden nach Genehmigung der Studie durch die Ethikkommission 69 Teilnehmer für die Studie rekrutiert. Die Teilnehmer waren vorwiegend bereits im niedergelassenen Bereich vorbehandelt worden und wegen schlechtem Therapieansprechen und/oder mangelnder Compliance an die Medizinische Universität Graz überwiesen worden.

In die Studie aufgenommen wurden Patienten mit fazialer Akne und Indikation zur systemischen Isotretinoin-Therapie (topische Therapien und systemische Antibiotika waren bisher wirkungslos). Das Mindestalter für die Teilnahme an der Studie betrug 12 Jahre.

Patienten und, im Falle von minderjährigen Patienten, deren Eltern unterzeichneten eine Einverständniserklärung zur Teilnahme an der Studie, nachdem sie mündlich und schriftlich umfassend über den Studienablauf und die Therapie mit Isotretinoin aufgeklärt worden waren.

In Folge wurden die Patienten nach Alter (Altersspannen: 12-16 Jahre, 17-21 Jahre, >21 Jahre) und Geschlecht (m/w) in eine teledermatologische Gruppe oder in eine klinische Vergleichsgruppe randomisiert.

### **4.2.2 Studiendesign und Studienablauf**

Die randomisiert-kontrollierte prospektive Studie wurde zwischen September 2011 und Dezember 2012 monozentrisch an der Universitätsklinik für Dermatologie der Medizinischen Universität Graz durchgeführt. Unterstützt wurde die Studierendurchführung durch Fördergelder des Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank (Jubiläumsfondsprojektnummer: 14089).

Im Rahmen der Erstuntersuchung, die für alle Patienten unabhängig von der Studien- gruppe in einem Face-to-Face- Setting durchgeführt wurde, wurde die Anamnese erhoben und die Patienten wurden, insbesondere mit Hinblick auf die Festlegung des Schweregrades der Akne, welcher auch fotografisch dokumentiert wurde, klinisch untersucht. Weibliche Probandinnen wurden insbesondere auf die Notwendigkeit

einer Schwangerschaftsverhütung für den Zeitraum während und bis sechs Wochen nach der Therapie aufgeklärt.

Bei unauffälligen Blutwerten (insbesondere Leberparameter und Blutfette) und negativem Schwangerschaftstest bei weiblichen Studienteilnehmerinnen, wurde gewichtsadaptiert eine Therapie mit Isotretinoin eingeleitet (0,5mg/kg Körpergewicht am Tag).

Zur Prophylaxe von Xerodermie und trockenen Lippen wurde den Patienten empfohlen, eine regelmäßige Hautpflege mit Cisderm® und Cislip® durchzuführen.

Patienten der teledermatologischen Gruppe erhielten im Rahmen der Erstvisite ein Studienhandy und es folgte eine etwa 15minütige Einschulung zur Bedienung des Gerätes und der darauf installierten Applikation. Um eine standardisierte Qualität der Verlaufsphotografien zu gewährleisten, wurden die Patienten darauf hingewiesen, zur Bildaufnahme einen weißen Hintergrund zu wählen, eine Lichtquelle hinter der Linse zu platzieren und für einen adäquaten Objektiv-Objekt-Abstand zu sorgen.

Die teledermatologischen Folgevisiten wurden in zweiwöchigen Abständen durchgeführt. Dabei wurden Compliance, Therapieerfolg und Nebenwirkungen via Handyapplikation abgefragt sowie drei Fotografien des Gesichts (frontal und beide Seiten) angefertigt. Blutwerte und gegebenenfalls Schwangerschaftstest wurden alle vier Wochen beim Hausarzt bestimmt und die fotografierten Ergebnisse via Handyapplikation im Rahmen der Televisiten übermittelt.

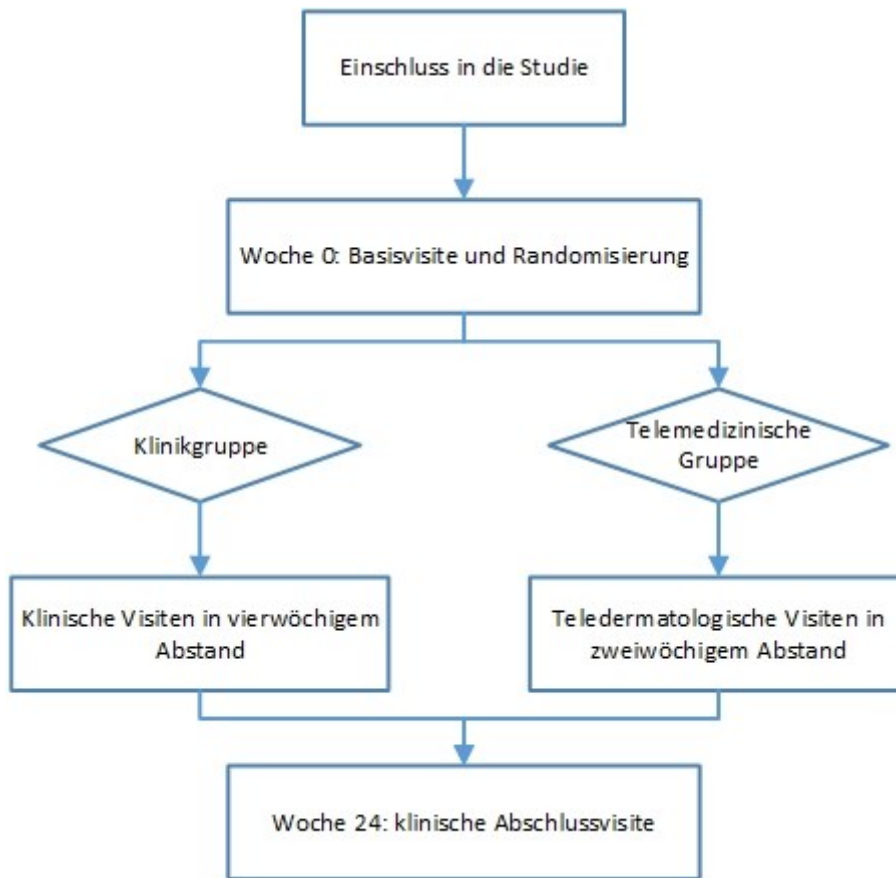
In der 12. und der 24. Studienwoche wurden die Patienten gebeten, einen Fragebogen zur Zufriedenheit mit der teledermatologischen Behandlung auszufüllen.

Die Patienten der klinischen Studiengruppe wurden alle vier Wochen zu einer klinischen Visite einbestellt. Hierbei wurden dieselben Angaben wie in den teledermatologischen Visiten erhoben. Zudem konnten die Patienten Probleme im Zusammenhang mit der Therapie persönlich mit einer Dermatologin besprechen.

Nach 24 Wochen Therapiedauer wurden die Patienten zu einer klinischen Abschlussvisite eingeladen.

Die Patienten der teledermatologischen Studiengruppe gaben die Leihhandys im Rahmen der Abschlussvisite zurück.

Falls Patienten auf Grund ihrer Akne weiterhin Therapiebedarf hatten, wurden sie gebeten, die weitere Behandlung bei einem niedergelassenen Dermatologen in der Nähe ihres Wohnortes durchführen zu lassen.



**Abbildung 12: Ablauf der Studie**

### Ausschluss aus der Studie

Patienten wurden aus der Studie ausgeschlossen, wenn sie ihr Einverständnis zur Teilnahme an der Studie widerriefen. Hierzu war eine formlose telefonische Mitteilung ausreichend.

Das zweite Ausschlusskriterium war eine fehlende Adhärenz. Hierzu zählten fehlende Anwendung von Verhütungsmaßnahmen für Studienteilnehmerinnen sowie unregelmäßige oder fehlende Anwendung der empfohlenen Therapie und das mehrmalige unangekündigte Versäumen von aufeinander folgenden Visiten (mehr als einmal).

Teledermatologische Patienten wurden bei Versäumen einer Visite um drei Tage per SMS an die Visite erinnert. Sie konnten zudem bei technischen oder gesundheitlichen Problemen das Studienpersonal telefonisch kontaktieren.

### Technische Infrastruktur

**Tabelle 4: Ausgewählte Daten des Studienhandys.  
Modifiziert nach (88)**



Größe	115 x 63 x 13.5 mm
Betriebssystem	Android OS, v2.2
Datenübertragungsverfahren Mobilnetz	GPRS, EDGE, HSDPA, HSUPA
WLAN	Wi-Fi 802.11 b/g/n
Maximale Auflösung Kamera	2592 x 1944 Pixel
Kompression und Bildformat	jpeg

**Abbildung 13: Studienhandy: Acer Liquid Metal. (88)**

Die Patienten des teledermatologischen Studienarms erhielten bei Einschluss in die Studie jeweils ein internetfähiges Acer Liquid Smartphone mit einer integrierten 5 Megapixel (2592 x 1944 Pixel) Kamera ausgehändigt. Die Kameraeinstellung war dabei so gewählt, dass die jeweils höchstmögliche Auflösung für das Erstellen der Fotografien verwendet wurde. Die Handys verfügten über je 10 Euro Guthaben, um zu gewährleisten, dass sie ausschließlich für Studienzwecke verwendet wurden. Die Patienten hatten die Möglichkeit, sich über einen persönlichen, ebenfalls zu Beginn der Studie ausgehändigten QR-Code in das auf dem Handy befindliche Studienprogramm einzuloggen. Diese speziell für die Studie entwickelte Software erlaubte die Erhebung von Textinformationen sowie die Speicherung von Bildern in einem JPEG Format.



**Abbildung 14: Mit dem Handy erstelle Fotografien**

Die Applikation ermöglichte zudem eine durch Secure Sockets Layer (SSL) geschützte Übertragung der erhobenen Daten mittels GPRS/UMTS oder W-LAN an einen durch eine Hardware- und Softwarefirewall geschützten Studienserver.

Die Termine für die teledermatologischen Visiten und auch für die zusätzlichen Laborkontrollen wurden in das Kalendersystem der Handys übertragen, so dass die Patienten an die Durchführung erinnert wurden.

Eine auf dem Studienserver implementierte Software (Webinterface) ermöglichte der Teledermatologin den mit Benutzernamen und Passwort gesicherten Zugriff auf die Daten. Innerhalb von 24 Stunden erfolgte die Kontaktaufnahme zum Patienten via E-Mail-to-SMS Exchange (SMS: maximal 160 Zeichen).

#### Datenerhebung

Zur Beantwortung der primären Fragestellung dieser Studie, ob in der teledermatologischen Studiengruppe im Vergleich zu der klinischen Studiengruppe ein gleich guter oder sogar besserer Therapieerfolg zu erreichen war, wurde der Schweregrad der Akne zur Baseline-, zu den Verlaufs- und zur Abschlussvisite mit Hilfe von zwei unterschiedlichen Messmethoden erhoben.

Zum einen wurde der von Dreno et al. (76) entworfene und bezüglich seiner Interrater Reliabilität überprüfte GEA- Score genutzt. Dieses Instrument bietet den Vorteil, dass es eine sehr schnelle Beurteilung des Akne-Schweregrades erlaubt. Zum anderen wurden der Total Lesion Count, der Inflammatory Lesion Count und der Non- inflammatory Lesion Count berechnet, welche eine sehr genaue Graduierung der Akne ermöglichen, aber möglicherweise bei einer hohen Anzahl der Läsionen eine Abnahme der Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zeigen (73, 74). Mit der

Kombination beider bewährter Methoden sollte erreicht werden, die Akne in allen Schweregraden sicher erfassen und graduieren zu können.

Die Beurteilung der Hautveränderungen hinsichtlich ihrer Schwere mittels TLC und GEA-Score wurden sowohl im Rahmen der Face-to-Face als auch im Rahmen der teledermatologischen Visiten durch eine Dermatologin durchgeführt. Dabei wurden ausschließlich Läsionen im Gesicht berücksichtigt.

Zusätzlich wurden quantitative Unterschiede im Auftreten von Nebenwirkungen und die Drop-out-Rate für beide Gruppen erhoben und die Ergebnisse miteinander verglichen.

Inwiefern die Patienten von der Therapie profitierten, wurde mittels Patients Benefit Index (PBI) evaluiert (89). Der PBI ist ein subjektives Messinstrument, welches anhand von zwei Fragebögen, dem Patients Needs Questionnaire (PNQ, Abfrage zur Baselinevisite, siehe Anhang 7.1.1) und dem Patients Benefit Questionnaire (PBQ, Abfrage nach Therapie zur Woche 24, siehe Anhang 7.1.2) erhebt, bezüglich welcher Krankheitsaspekte der Patient sich eine Besserung durch die Therapie erhoffte, wie wichtig ihm diese Besserung war und ob sie nach Therapieende eingetreten war. Die abgefragten Krankheitsaspekte wurden durch die Patienten jeweils auf einer Skala von 0-5 beurteilt. Dabei wurden die zehn untersuchten Krankheitsaspekte gegenüber der Originalarbeit von Augustin (89) leicht adaptiert, um sie möglichst gut an die Bedürfnisse jener Patienten anzupassen, die an schwerer Akne leiden.

Abgefragt wurde, inwiefern die Therapie den Patienten dabei geholfen hatte, keine Schmerzen mehr zu haben, kein Brennen mehr zu verspüren, sie von der Akne zu befreien, wieder mehr Lebensfreude zu empfinden, unbeschwert in der Öffentlichkeit aufzutreten, einen normalen Alltag zu leben, soziale Kontakte aufzunehmen, sie von Traurigkeit und Niedergeschlagenheit zu befreien, leistungsstark in der Arbeit und der Schule aufzutreten und keine Angst mehr vor Krankheitsschüben zu haben.

Die Ergebnisse der PNQ- und PBQ-Befragungen wurden im Anschluss herangezogen, um einen singulären Indexwert, den PBI, zu berechnen (Formel siehe Anhang 7.1.3), der Werte zwischen 0, kein Benefit, und 4, maximaler Benefit, annehmen kann. Ein PBI-Indexwert von größer 1 wurde als therapeutisch relevanter Benefit angenommen.

Um zu erheben, ob eine teledermatologische Betreuung zeitliche, finanzielle und/oder organisatorische Vorteile gegenüber einer herkömmlichen Behandlung an der Klinik hat, wurde ein weiterer Fragebogen (siehe Anhang 7.2) herangezogen, welcher von allen Patienten im Rahmen der ambulant durchgeführten Erstvisite beantwortet wurde. Dabei wurden unter anderem etwaige Arbeitsfreistellungen, Zeit und Kosten des Anfahrtswegs und Wartezeiten an der Klinik bis zum ärztlichen Gespräch abgefragt.

Ein weiteres Ziel dieser Studie war es, die Patientenzufriedenheit mit der teledermatologischen Betreuungsform zu evaluieren. Der hierzu verwendete Fragebogen (siehe Anhang 7.3) enthielt 15 Abfragen zu verschiedenen Aspekten der teledermatologischen Betreuung. Es wurden dabei unter anderem das Vertrauen in die Betreuungsform, die Zufriedenheit mit den Interaktionsmöglichkeiten, die Motivation den Therapieplan einzuhalten, die Benutzerfreundlichkeit der Handyapplikation sowie mögliche Kosten- und Zeitersparnisse durch diese neue Behandlungsform erhoben. Die einzelnen Punkte wurden jeweils auf einer Skala von 0 (nicht zutreffend) bis 5 (vollständig zutreffend) bewertet. Die verwendeten Fragen wurden Studien von Eminović et al. (10) und Frühauf et al. (37) entnommen.

#### **4.2.3 Statistische Analyse**

Zur Analyse der Daten wurde die statistische Software R in den Versionen 2.15.0 und 2.15.3 herangezogen.

Für beide Studiengruppen wurde die Altersverteilung mittels der statistischen Kenngrößen Median, Maximum, Minimum beschrieben. Die Geschlechterverteilung wurde prozentuell angegeben.

Ebenso erfolgte die deskriptive Analyse des GEA-Scores und des TLCs, zur Baselinevisite sowie zur Abschlussvisite (Woche 24). Die Veränderung der einzelnen Scores zwischen den einzelnen Visiten sowie die Unterschiede zwischen den beiden Studiengruppen wurden mit Hilfe des Wilcoxon-Mann-Whitney-Tests (zweiseitig, 5% Signifikanzniveau) auf Signifikanz überprüft.

Die Drop-out Raten wurden als prozentueller Anteil der Gruppen dargestellt und die ausgeschlossenen Patienten hinsichtlich Alter und Geschlecht analysiert. Mit Hilfe des Fisher's exact Test wurden hierbei gefundene Unterschiede zwischen den beiden

Studiengruppen sowie potentielle Zusammenhänge des Geschlechts beziehungsweise der Altersgruppe mit den Drop-out-Raten auf Signifikanz (5% Signifikanzniveau) getestet.

Die Nebenwirkungen in der 12. und der 24. Woche wurden quantitativ ausgewertet. Unterschiede im Verlauf sowie zwischen den Studiengruppen wurden für die Gesamtzahl der Nebenwirkungen sowie für die beiden häufigsten Nebenwirkungen (trockene Lippen und Xerosis cutis) ebenfalls mittels Fisher's exact-Test auf Signifikanz (5% Signifikanzniveau) überprüft.

Der PBI sowie der therapeutisch relevante Nutzen ( $PBI > 1$ ) wurde für beide Gruppen berechnet und deskriptiv analysiert. Zur Analyse der Unterschiede zwischen den beiden Studiengruppen wurde der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test (zweiseitig, 5% Signifikanzniveau) genutzt.

Zur Beschreibung der Zufriedenheit der teledermatologischen Gruppe mit der Betreuungsform, die in Woche 12 und 24 erhoben wurde, wurde der Anteil der erreichten Punkte, gemessen an der erreichbaren Maximalpunktzahl, prozentuell dargestellt. Diese Darstellung erfolgte sowohl für einzelne Abfragen als auch für die Gesamt-Zufriedenheit. Zusätzlich wurden die 15 abgefragten Aspekte in die Subgruppen „Interaktion“, „Einfluss auf die Lebensqualität“ und „Usability“ zusammengefasst, welche ebenfalls analysiert wurden.

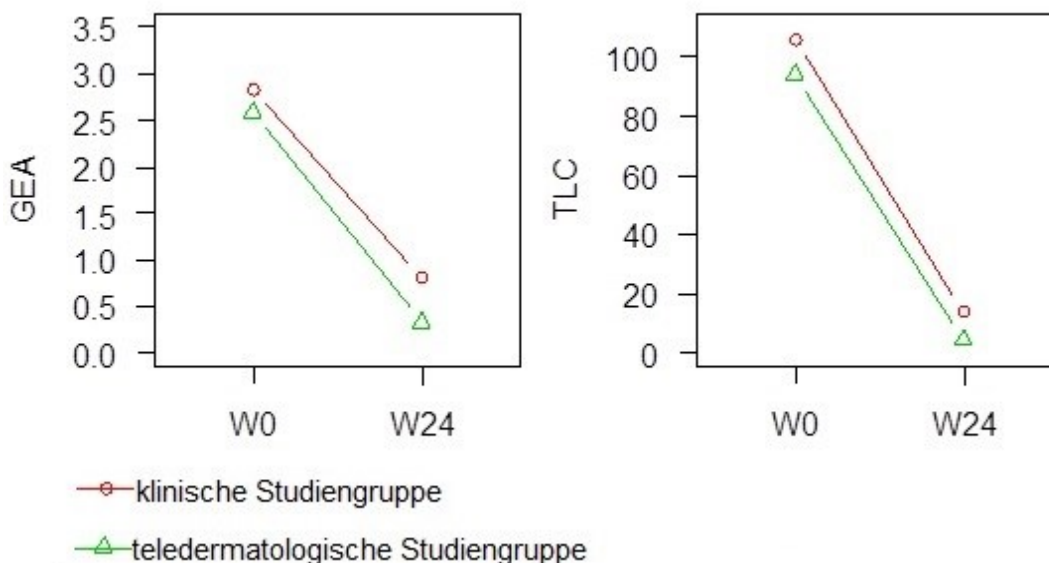
Zeitlicher, finanzieller und organisatorischer Aufwand einer klinischen Visite wurde bei allen Patienten erhoben und quantitativ ausgewertet. Anhand des verwendeten Verkehrsmittels, der Entfernung von Wohnort und der Dauer der Visite wurde ein geschätzter Wert der für den Patienten entstandenen Kosten berechnet. Dieser setzte sich bei Autofahren aus dem Preis für das für Hin- und Rückfahrt benötigte Benzin (90, 91) sowie den Parkkosten (92) zusammen. Bei Patienten, die den innerstädtischen Nahverkehr nutzten, wurde eine Tageskarte zu dem altersentsprechenden Tarif (93) angenommen und bei Patienten, welche mit dem Zug anreisten waren, wurde altersabhängig der Preis für zwei 10 Zonenkarten (93) für diese Berechnung verwendet.

## 4.3 Ergebnisse

### 4.3.1 Beschreibung der Studienteilnehmer

Von den eingeschlossenen 69 Patienten wurden 34 in die teledermatologische Studiengruppe und 35 in die klinische Studiengruppe randomisiert. Die teledermatologische Studiengruppe umfasste 22 männliche und 12 weibliche Teilnehmer, in die klinische Studiengruppe wurden 22 männliche und 13 weibliche Teilnehmer eingeschlossen. Die teledermatologischen Studienteilnehmer waren zwischen 13 und 37 Jahre alt (Medianes Alter: 20 Jahre), die klinischen Studienteilnehmer waren zwischen 14 und 36 Jahre alt (Medianes Alter: 20 Jahre).

### 4.3.2 Analyse des Schweregrades der Akne im Verlauf der Therapie



**Abbildung 15: Veränderung von GEA-Score und TLC unter der Therapie**

Die Auswertung des Schweregrades der Akne zu Beginn der Studie ergab einen durchschnittlichen GEA-Score von 2,58 (SD=  $\pm 0,62$ ) und einen durchschnittlichen TLC von 93,8 (SD=  $\pm 54,99$ ) in der teledermatologischen Studiengruppe. Verglichen daz, zeigte die klinische Studiengruppe etwas höhere Score-Werte; der GEA-Score betrug 2,82 (SD=  $\pm 0,55$ ) und der TLC 105,39 (SD=  $\pm 62,19$ ). Allerdings waren die

Unterschiede zwischen beiden Gruppen nicht signifikant (GEA-Score:  $p=0,18$ ; TLC:  $p=0,67$ ).

Alle Patienten zeigten in der 24. Studienwoche eine signifikante Abnahme der Läsionen (GEA-Score:  $p<0,01$ , TLC:  $p<0,01$ ) und damit einen exzellenten Studienerfolg.

Die Patienten der teledermatologischen Studiengruppe erreichten in der 24. Studienwoche einen GEA-Score von 0,33 (SD=  $\pm 0,44$ ) und einen TLC von 4,71 (SD=  $\pm 4,08$ ), die Patienten der klinischen Studiengruppe wiesen hingegen einen GEA-Score von 0,82 (SD=  $\pm 0,65$ ) und einen TLC von 14,18 ( $\pm 12,46$ ) auf. Somit wurde innerhalb der teledermatologischen Studiengruppe mit  $p=0,03$  für den GEA-Score und  $p=0,02$  für den TLC ein signifikant besseres klinisches Outcome als innerhalb der klinischen Studiengruppe erzielt.

Die Differenzen zwischen den Werten der Basis- und der Abschlussvisite (teledermatologische Studiengruppe: GEA-Score:  $\Delta=2,25$ ; TLC:  $\Delta=89,08$ ; klinische Studiengruppe: GEA-Score:  $\Delta=2$ ; TLC:  $\Delta=91,21$ ) zeigten jedoch keine signifikanten Unterschiede (GEA-Score:  $p=0,37$ , TLC:  $p=0,95$ ).

#### 4.3.3 Analyse der Drop out Raten

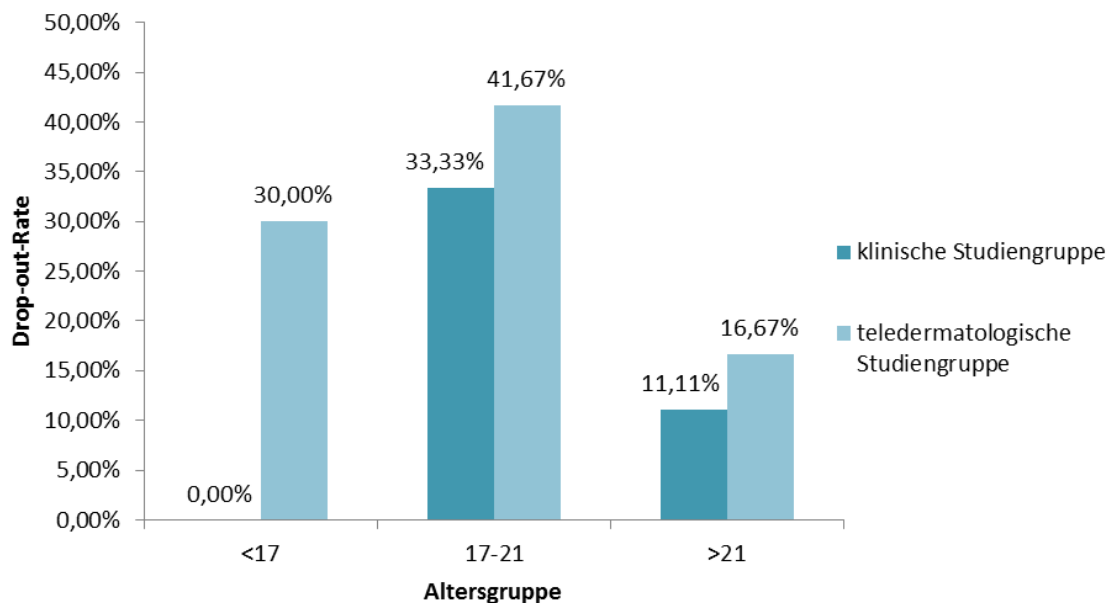


Abbildung 16: Drop out Rate nach Altersgruppen

Es mussten 10 Patienten (29,41%) der teledermatologischen Studiengruppe und 7 Patienten (20%) der klinischen Studiengruppe wegen schlechter Compliance aus der Studie ausgeschlossen werden. Hierbei ist der Unterschied zwischen den beiden Studiengruppen zwar auffällig, aber nicht signifikant ( $p=0.41$ ).

Es wurden 3 weibliche und 7 männliche Patienten der teledermatologischen Studiengruppe ausgeschlossen, diese waren zwischen 13 und 28 Jahren alt (Altersmedian= 20 Jahre). Von den ausgeschlossenen Patienten der klinischen Studiengruppe waren 3 weiblich und 4 männlich; das mediane Alter dieser Patienten war 19 Jahre und ihre Altersspanne 17-26 Jahre.

Es konnte in keiner der beiden Studiengruppen ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Häufigkeit des Studienausschlusses gefunden werden (telemedizinische Studiengruppe:  $p=1$ , klinische Studiengruppe:  $p=1$ ).

Bei der genauen Betrachtung der Ausschlussraten innerhalb der teledermatologischen Studiengruppe bezüglich der verschiedenen Altersgruppen zeigte sich, dass von den Patienten bis zum Alter von 16 Jahren (Kinder) 27,27 % (3/11) ausgeschlossen worden waren; die Drop out Rate bei den jugendlichen Patienten zwischen 17 und 21 Jahren betrug hingegen 41,67% (5/12), während 18,18% (2/11) der erwachsenen Patienten über 21 Jahren ausgeschlossen wurden. Hier zeigt sich zwar eine auffällige Häufung der Ausschlüsse bei den Patienten im jugendlichen Alter, allerdings war der Einfluss der Altersgruppe auf die Drop Out Rate nicht signifikant ( $p=0,58$ ).

Im Gegensatz zur teledermatologischen Studiengruppe wurden in der klinischen Studiengruppe 0% (0/6) der jüngeren Patienten (<17 Jahre), 29,41% (5/17) der jugendlichen Patienten zwischen 17 und 21 Jahren und 16,67% (2/12) der Patienten ab 22 Jahren aus der Studie ausgeschlossen. Auch hier war die Drop out Rate bei den Patienten im jugendlichen Alter am höchsten. Anders als in der teledermatologischen Studiengruppe zeigte die Gruppe der Kinder sogar die niedrigste Ausschlussrate. Insgesamt konnte aber auch in dieser Studiengruppe keine Signifikanz eines Zusammenhangs der Altersgruppe mit der Drop out Rate gezeigt werden ( $p=0,35$ ).

Im Vergleich zwischen beiden Studiengruppen fällt auf, dass die Ausschlussraten in der Altersgruppe der Patienten ab 22 Jahren für beide Studiengruppen fast identisch sind ( $p=1$ ), während die Drop out Rate in der Altersgruppe der Jugendlichen in der

teledermatologischen Studiengruppe deutlich, wenn auch nicht signifikant höher als in der klinischen Studiengruppe, ausfiel ( $p=0,69$ ). Auffällig ist vor allem, dass Patienten bis zum 16 Lebensjahr ausschließlich aus der teledermatologischen Studiengruppe ausgeschlossen wurden. Allerdings wurde auch hier kein signifikanter Unterschied zwischen den Studiengruppen erreicht ( $p=0,51$ ).

#### 4.3.4 Vergleich der Nebenwirkungsraten

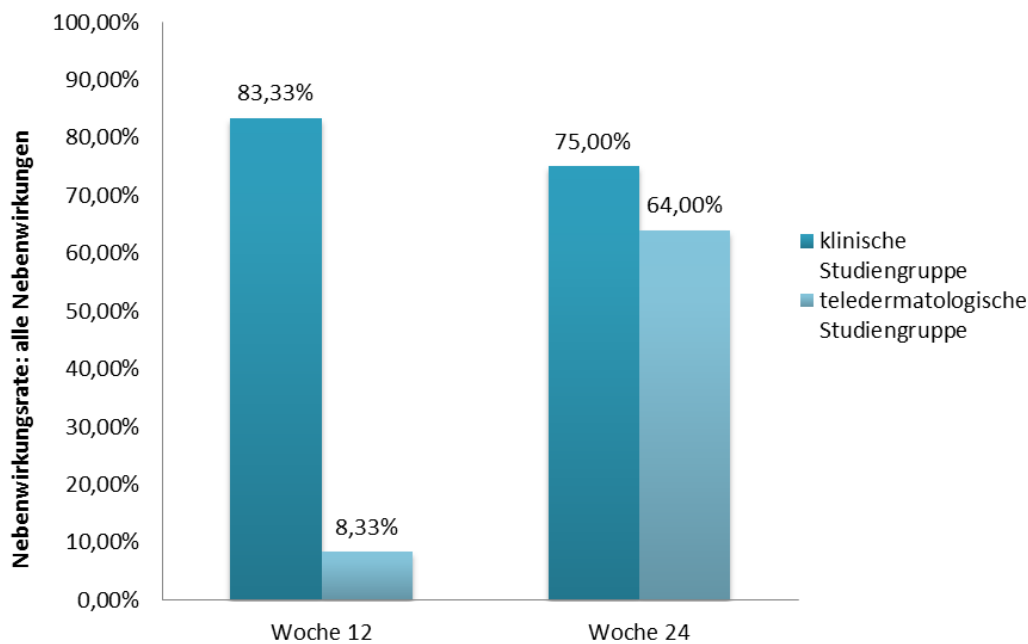
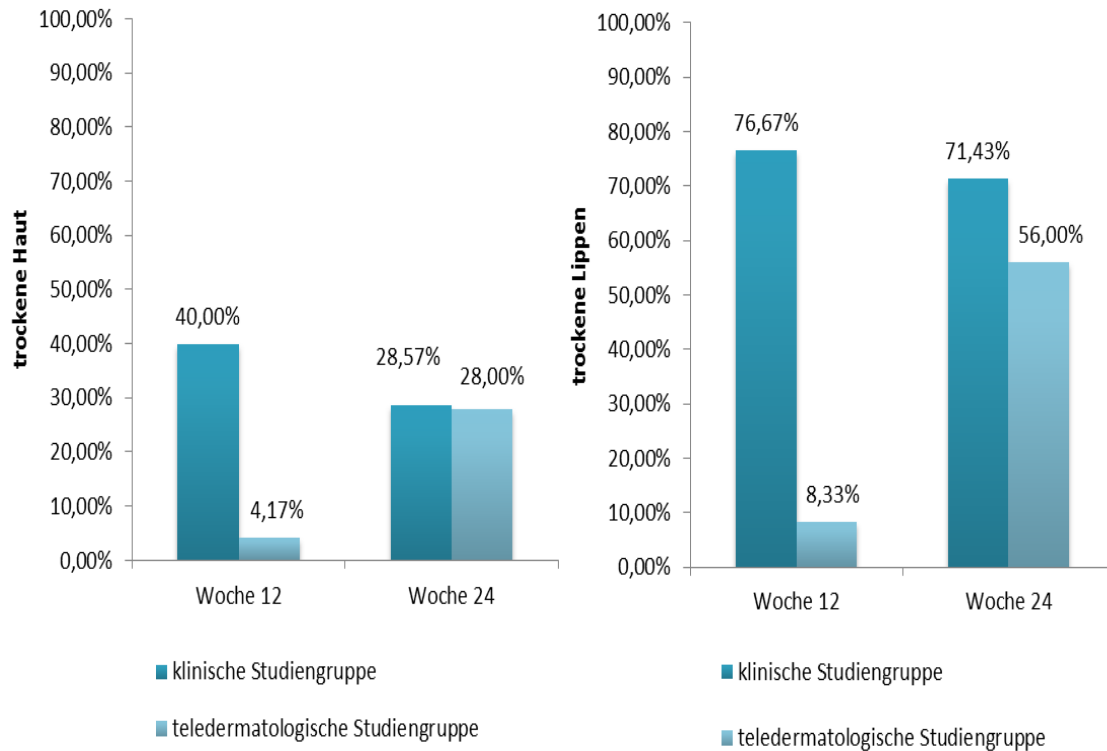


Abbildung 17: Nebenwirkungsrate für alle Nebenwirkungen

Die Nebenwirkungsraten waren in der teledermatologischen Studiengruppe sowohl in der 12. Studienwoche (teledermatologische Studiengruppe: Nebenwirkungsrate=8,33%; klinische Studiengruppe: Nebenwirkungsrate=83,33%) als auch in der 24. Studienwoche (teledermatologische Studiengruppe: Nebenwirkungsrate=64%; klinische Studiengruppe: Nebenwirkungsrate: 75%) geringer als die in der klinischen Studiengruppe, wobei dieser Unterschied nur in der 12. Woche ( $p<0,01$ ), nicht aber in der 24. Studienwoche ( $p=0,55$ ), in welcher die Visite für alle Patienten ambulant durchgeführt wurde, signifikant war.



**Abbildung 18: Nebenwirkungsraten: trockene Haut und trockene Lippen**

Auch die beiden häufigsten Nebenwirkungen, trockene Haut und trockene Lippen, betrafen in der 12. Studienwoche die teledermatologischen Patienten mit trockener Haut in 4,17% und trockenen Lippen in 8,33% der Fälle signifikant weniger als die klinischen Patienten, von welchen 40% unter trockener Haut und 76,67% an trockenen Lippen litten (trockene Haut:  $p < 0,01$ ; trockene Lippen:  $p < 0,01$ ). In der 24. Studienwoche war die Nebenwirkungsrate bezüglich trockener Haut für beide Studiengruppen fast identisch (teledermatologische Studiengruppe: 28%, klinische Studiengruppe: 28,57%,  $p = 1$ ). Trockene Lippen betrafen zwar auch in der 24. Studienwoche mit 71,42% mehr Patienten der klinischen Studiengruppe als der teledermatologischen Studiengruppe mit 56%, dieser Unterschied war allerdings mit  $p = 0,27$  nicht signifikant.

Neben diesen beiden Nebenwirkungen traten auch Xerophthalmie, Nasenbluten und in seltenen Fällen Haarausfall, Niedergeschlagenheit, Übelkeit, Kopf-, Gelenk- oder Muskelschmerzen auf.

Auffällig ist, dass die Nebenwirkungsraten der teledermatologischen Studiengruppe in der 24. Woche gegenüber der 12. Woche deutlich anstiegen, während die der klinischen Studiengruppe sogar leicht abfielen.

#### 4.3.5 Patient Benefit Index (PBI)

Die Berechnung des PBI ergab, dass 50% der Patienten der teledermatologischen und 65% der Patienten der klinischen Studiengruppe den Nutzen der Therapie als relevant einschätzten ( $PBI > 1$ ). Der mittlere PBI lag mit  $PBI = 1,28$  ( $SD = \pm 1.13$ ) für die teledermatologische Studiengruppe und  $PBI = 1,68$  ( $SD = \pm 1.13$ ) für die klinische Studiengruppe in beiden Gruppen über eins und zeigte somit einen relevanten Nutzen der Therapie. Hiermit wurde zwar in der klinischen Studiengruppe ein höherer PBI als in der teledermatologischen Studiengruppe erreicht, dieser Unterschied war allerdings nicht signifikant ( $p = 0,38$ ).

#### 4.3.6 Analyse des logistischen Aufwandes einer klinischen Visite

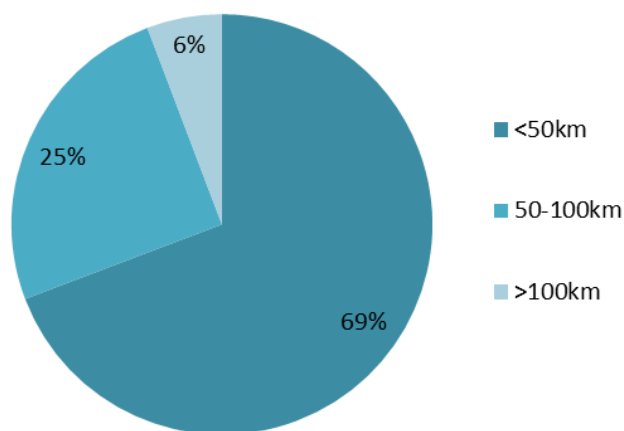
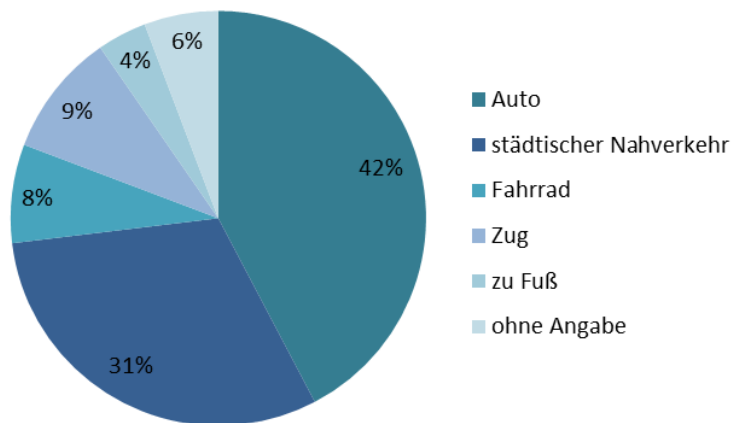


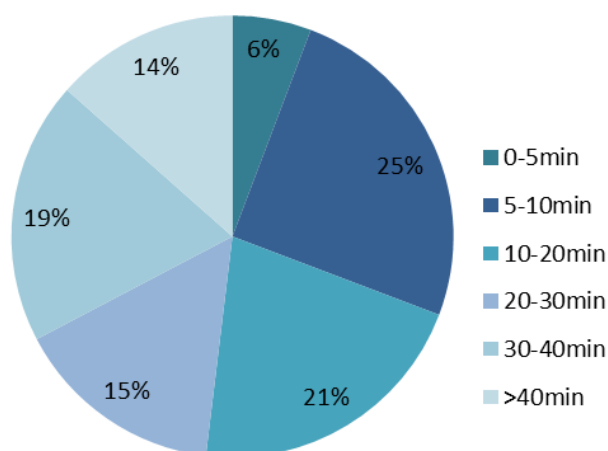
Abbildung 19: Anfahrtswege

Etwa 70% aller Patienten (36/52) gaben einen Anfahrtsweg von weniger als 50 km an, um in die Klinik zu gelangen; 25% (13/52) der Patienten legten zwischen 50 und 100 km zurück und 5,77% (3/52) der Patienten sogar mehr als 100 km.



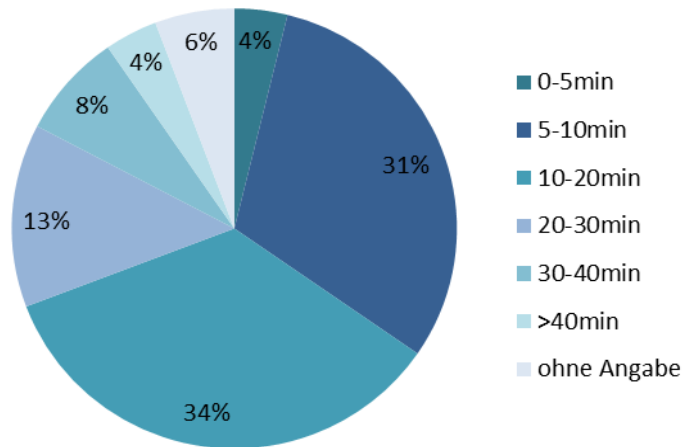
**Abbildung 20: Verkehrsmittel**

Am häufigsten nutzten die Patienten das Auto (42,31%; 22/52) oder öffentliche städtische Verkehrsmittel (30,77%; 16/52), den Bus beziehungsweise die Bahn miteinschließend, um zur Klinik zu gelangen. Ein Teil der Patienten gelangte jedoch auch mit dem Zug (9,62%; 5/52), dem Fahrrad (7,69%; 4/52) oder zu Fuß (3,85%; 2/52) in die Klinik.



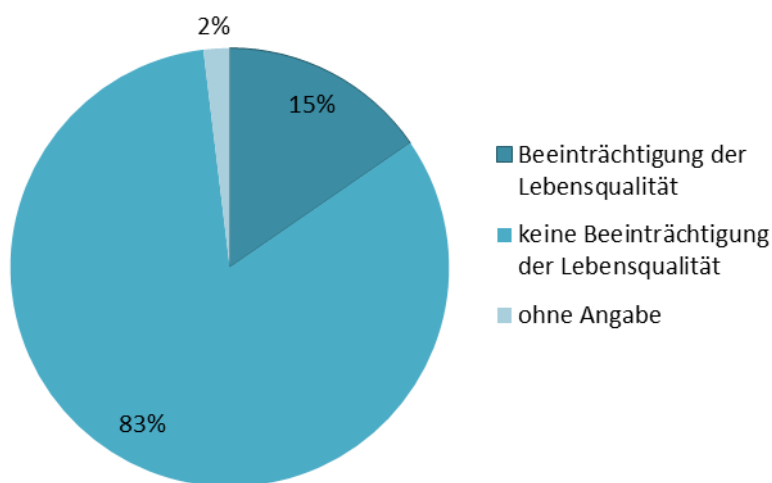
**Abbildung 21: Wartezeiten**

Die Wartezeit im Krankenhaus zwischen Anmeldung und Aufruf zur Visite gaben 25% (13/52) der Patienten mit 5-10 Minuten, 21,15% (11/52) der Patienten mit 10-20 Minuten, 15,38% (8/52) der Patienten mit 20-30 Minuten und 19,23% (10/52) der Patienten mit 30-40 Minuten an. 13,46% (7/52) der Patienten verbrachten sogar mehr als 40 Minuten im Wartezimmer, während nur ein kleiner Teil der Patienten (5,77%; 3/52) weniger als 5 Minuten warten musste.



**Abbildung 22: Dauer der Visite**

Die klinische Visite selbst dauerte in der Mehrzahl der Fälle 10-20 Minuten (34,62%; 18/52) oder 5-10 Minuten (30,77%; 16/52). 13,46% (7/52) der Patienten gaben die Visitedauer mit 20-30 Minuten, 7,69% (4/52) mit 30-40 Minuten und 3,85% (2/52) mit über 40 Minuten an. Bei ebenfalls 3,85% (2/52) der Patienten lag die Visitedauer unter 5 Minuten.



**Abbildung 23: Beeinträchtigung der Lebensqualität**

Trotz Anfahrtsweg, Wartedauer und Zeitaufwand für die Visite fühlten sich 82,69% (43/52) der Patienten durch klinische Visiten nicht in ihrer Lebensqualität eingeschränkt. Nur 15,38% (8/52) empfanden hierdurch eine Lebensqualitäts-einschränkung.

Die Kostenschätzung ergab, dass eine einzige klinische Visite für den Patienten durch die Benzinkosten für eine Autofahrt, Parkkosten oder Fahrkarten für öffentliche Verkehrsmittel durchschnittlich Kosten zwischen 6,75 Euro (SD= $\pm$ 7,46 Euro) und 11,27 Euro (SD= $\pm$  10,02 Euro) verursachte.

Im Gegensatz dazu reichten die 10 Euro, die auf das Studienhandy geladen worden waren, bei fast allen teledermatologischen Patienten aus, um die Übertragung der 11 teledermatologischen Visiten zu bezahlen. Lediglich eine Patientin benötigte zusätzliches Guthaben. Nicht berücksichtigt sind hier allerdings die für die Laboruntersuchungen notwendigen Fahrten zu dem behandelnden Allgemeinmediziner sowie durch die Handynutzung verursachten Stromkosten.

### 4.3.7 Zufriedenheit der teledermatologischen Studienteilnehmer mit der Form der Betreuung

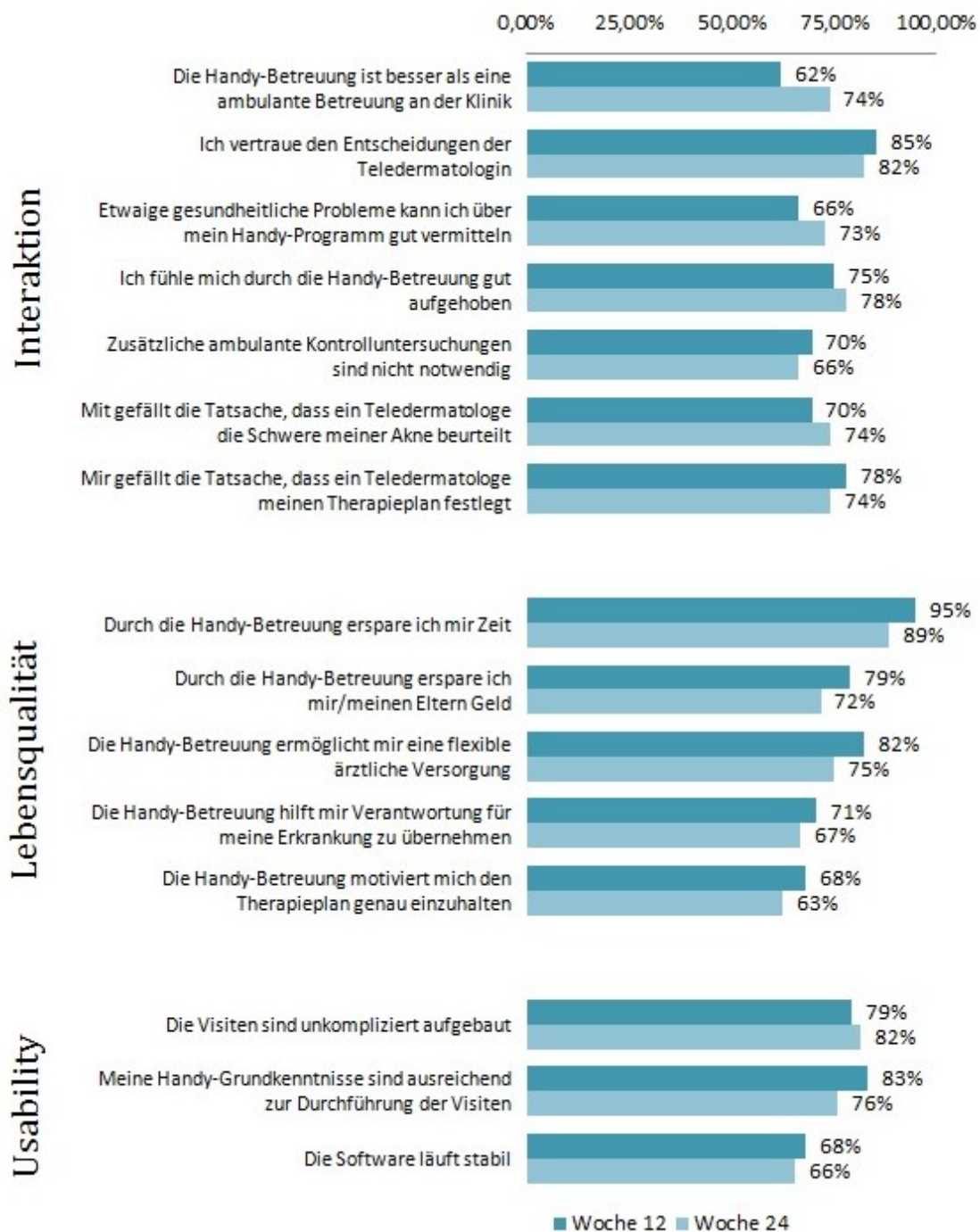


Abbildung 24: Zufriedenheit mit der teledermatologischen Betreuung

Insgesamt zeigten sich die Patienten der teledermatologischen zufrieden mit ihrer Betreuung. So wurden in der 12. Studienwoche 75,6% (SD=±14,9) und in der 24.

Studienwoche 73,9% (SD  $\pm$  14,3) der höchstmöglichen Punktezahl bezüglich der Zufriedenheit erreicht.

In Bezug auf die Zufriedenheit in der Subgruppe „Interaktion“ wurden unter Berücksichtigung beider Befragungen 73,3% (SD=  $\pm$  15,7) der möglichen Punkte erreicht. Ähnliche Ergebnisse ergab auch die Auswertung der Subgruppe „Einfluss auf die Lebensqualität“, in welcher 76,2% (SD=  $\pm$  17,3) der möglichen Punkte vergeben wurden, und der Subgruppe „Usability“ mit 75,9 % (SD=  $\pm$  20,3) des maximalen Punktescores.

Die Ergebnisse der einzelnen Abfragen sind in Abbildung 24 zusammengefasst. Durch Hinzunahme der Ergebnisse beider Befragungen erhielt dabei die Aussage „Durch die Handy- Betreuung erspare ich mir Zeit“ mit 91,67% (SD=  $\pm$  17,36) die größte Zustimmung. Ebenfalls besonders gut bewertet wurden die Aussagen „Ich vertraue den Entscheidungen des Teledermatologen“ mit 83,85% (SD=  $\pm$  18,94) und „die Visiten sind unkompliziert aufgebaut“ mit 83,33% (SD=  $\pm$  21,7).

Am wenigsten Zustimmung erfuhren im Vergleich die beiden Aussagen „Die Handy-Betreuung motiviert mich den Therapieplan genau einzuhalten“ mit 65,21% (SD=  $\pm$  30,03) und „Die Software läuft stabil“ mit 66,85% (SD=  $\pm$  30,30). Interessant ist zudem, dass diese Aussagen neben „die Handy-Betreuung erspart mir Geld“ mit 75% (SD=  $\pm$  31,34) die größte Standardabweichung aufwiesen. Somit scheinen die Befragten diese drei Aspekte der teledermatologischen Betreuung besonders unterschiedlich empfunden zu haben.

Auffällig ist überdies auch, dass die Zustimmung zu den meisten Aussagen im Vergleich zwischen beiden Befragungen relativ konstant blieb. Die einzige größere Veränderung (Differenz zwischen den Ergebnissen  $>10\%$ ) wurde hinsichtlich der Aussage „Die Handy-Betreuung ist besser als eine ambulante Betreuung an der Klinik“ gefunden. Bezüglich dieser Aussage wurden am Ende der Studie 73,91% (SD=  $\pm$  20,61) und damit 11,95% der maximal möglichen Punkte mehr als in der Mitte der Studie mit 61,96% (SD=  $\pm$  23,68) erreicht.

## 4.4 Diskussion

### 4.4.1 Übertragbarkeit der Ergebnisse auf ein allgemeines Patientenkollektiv

Es zeigte sich, dass die Mehrheit der Studienteilnehmer männlich war. Dieses Resultat spiegelt die typische Geschlechterverteilung bei Akne wider: Männer erkranken in der Regel häufiger und schwerer an Akne als Frauen (61, 62).

Während Akne im Allgemeinen besonders häufig bei Patienten zwischen dem 15. und dem 18. Lebensjahr auftritt (61), lag das mediane Alter der Studienteilnehmer beider Studiengruppen bei 20 Jahren. Ursächlich hierfür könnte sein, dass die in der Studie verwendete Therapie mit Isotretionin in der Regel therapieresistenten Fällen vorbehalten ist und somit erst im höheren Alter nach mehrjährigen, erfolglosen Vortherapien eingeleitet wird. Anzumerken gilt es auch, dass vor allem jene Patienten zur Studienteilnahme an die Klinik überwiesen wurden, die im Rahmen ihrer extramuralen Vorbehandlung aufgrund von Therapieresistenz oder mangelnder Adhärenz Probleme gezeigt hatten. Denkbar ist auch, dass die Patienten, welche durch bisherige Behandlungsversuche frustriert waren, bewusst die Klinik aufsuchten, da sie sich von dort eine bessere Behandlung erhofften.

### 4.4.2 Diskussion der objektiven und subjektiven Therapieergebnisse

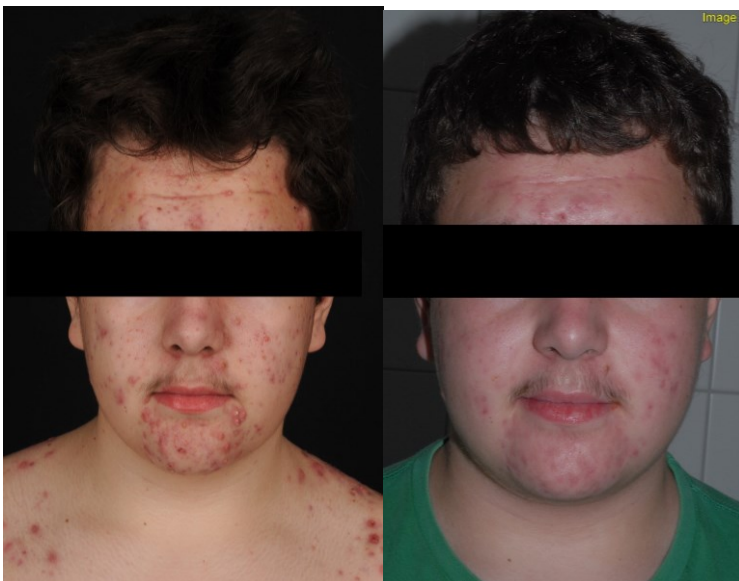


Abbildung 25: Patient vor und nach der Therapie

Die Studie zeigt, dass sowohl teledermatologische als auch ambulante Betreuungsformen exzellente Behandlungsergebnisse erzielen können.

Da diese Studie die erste Studie ist, die sich mit den klinischen Ergebnissen einer teledermatologischen Betreuung von Patienten mit schwerer Akne beschäftigt, liegen bislang noch keine Vergleichsdaten vor. Allerdings fand die Studie von Watson et al. (59), welche sich mit der Teledermatologie bei der Betreuung von Patienten mit leichter bis mittelschwerer Akne beschäftigte, für diese Patientengruppe ebenfalls, dass das klinische Outcome der teledermatologischen Studiengruppe gleich gut wie das der klinischen Studiengruppe ausfiel.

Interessant ist, dass die Patienten der teledermatologischen Studiengruppe, obwohl sie am Studienende weniger Läsionen als die Patienten der klinische Studiengruppe aufwiesen, einen, wenn auch nicht signifikant, geringeren PBI erreichten. Eine mögliche Erklärung für dieses Phänomen könnte sein, dass die subjektive Einschätzung der Schwere der Erkrankung durch die Patienten häufig nicht mit einem objektiven Befund eines Dermatologen übereinstimmt und dass auch die Beeinträchtigung der Lebensqualität nicht mit der von einem Arzt diagnostizierten Schwere der Erkrankung korreliert (61).

Möglicherweise könnte der direkte Kontakt mit der Dermatologin und ihr Feedback bezüglich der Besserung des Hautbildes die klinischen Patienten stärker darin unterstützt haben, diese Besserung zu erkennen, als dies durch einen Arzt-Patienten-Kontakt mittels SMS möglich war.

#### **4.4.3 Diskussion der Drop out Raten**

Die hohe Drop out Rate der Studie von 24,64% (17/69) ist insofern nicht erstaunlich, als dass verschiedenste Studien, die sich mit konventionellen Behandlungsansätzen beschäftigten, eine schlechte Adhärenz bei Akne Patienten beschrieben (79, 82, 83).

Allerdings ist auffällig, dass die Mehrzahl, nämlich 58,52% (10/17) der ausgeschiedenen Patienten, der teledermatologischen Studiengruppe angehört hatte. Diese Ergebnisse ähneln den Ergebnissen der Studie von Watson et al. (59). In dieser Studie wurden 20% der Patienten ausgeschlossen. Während in unserer Studie der Unterschied in den Drop out Raten zwischen teledermatologischer und klinischer

Studiengruppe das Signifikanzniveau nicht erreichte, schieden in der Studie von Watson signifikant mehr Patienten aus der teledermatologischen Studiengruppe aus. Möglich wäre, dass weniger Patienten der klinischen Studiengruppe aus der Studie ausgeschlossen werden mussten, weil diese durch die persönliche Zuwendung der Dermatologin eher zu einer konsequenten Einhaltung des Studienprotokolls motiviert wurden.

Es könnte aber auch sein, dass gerade die ausgeschlossenen teledermatologischen Studienpatienten sehr hohe Erwartungen an die Therapie hatten und diese subjektiv nicht erfüllt sahen, so wie auch die teledermatologischen Studienpatienten, welche die Studie abgeschlossen haben, trotz besserem klinischen Outcome einen geringeren PBI als die klinischen Patienten erreichten.

Beide genannten Gründe könnten dazu geführt haben, dass die teledermatologischen Patienten eher als klinische Patienten dazu tendierten, die Therapie und die Studie abubrechen.

Unsere Studie hat gezeigt, dass hinsichtlich der Drop out Raten auffällige Unterschiede zwischen der teledermatologischen und der ambulanten Studiengruppe nur für die Altersgruppen der 12-16 Jährigen sowie der 17-21 Jährigen bestanden. Generell bestätigen zwar verschiedene Studien (83, 85) eine negative Korrelation zwischen Alter und Adhärenz bei Akne-Patienten, allerdings kann schlechte Adhärenz nicht mit einem Ausscheiden aus der Studie gleichgesetzt werden, auch wenn diese oft der ursächliche Grund war. Zudem erklärt dieser Umstand auch nicht, wieso jüngere Patienten der teledermatologischen Studiengruppe eher als jüngere Patienten aus der klinischen Studiengruppe aus der Studie ausgeschlossen wurden. In beiden Studiengruppen wurde die größte Ausschlussrate bei den Jugendlichen Patienten zwischen 17 und 21 Jahren verzeichnet. In diesem Alter organisieren die Patienten ihre Arztbesuche schon meist selbst. Möglicherweise fehlte diesen Patienten verglichen mit älteren Patienten allerdings häufig noch die notwendige Struktur und Organisation, um an regelmäßige Termine zu denken und den Studienplan konsequent einzuhalten. Dieser Umstand könnte bei den teledermatologischen Patienten noch stärker zum Tragen gekommen sein, da hier zum einen mehr Visiten zu absolvieren waren und zum anderen keine fixierte Uhrzeit für

die Bearbeitung der Visiten vorgesehen war, so dass von den Patienten mehr Eigenverantwortung gefordert war.

Am deutlichsten waren die Unterschiede zwischen beiden Studiengruppen in der Altersgruppe der Patienten bis zu 16 Jahren, hier wurde in der klinischen Studiengruppe kein einziger Patient ausgeschlossen. In diesem Alter sind die Eltern der Patienten noch stärker an der Organisation von Medikamenteneinnahme und insbesondere auch Arztbesuchen beteiligt. Oft werden die Kinder von ihren Eltern zum Arzt gefahren, sodass die Eltern die Einhaltung der Visiten gewährleisten.

Hingegen zeigte sich in der teledermatologischen Studiengruppe für diese Altersgruppe eine Ausschlussrate von 27,27%. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass den Kindern, nachdem diese meist sehr gut, wenn nicht sogar besser als ihre Eltern mit Handys umgehen können, eine zu große Eigenverantwortung bei der Bewältigung der teledermatologischen Visiten übertragen wurde. Es wäre allerdings auch möglich, dass die Eltern dieser Kinder Angst vor Nebenwirkungen der Therapie hatten, was als häufiger Grund für Therapieabbrüche im Kindesalter gilt (94), und befürchteten, dass Teledermatologie diesbezüglich eine unzureichende Versorgung bietet.

Einschränkend muss festgestellt werden, dass alle Auffälligkeiten bezüglich der Drop out Raten, welche hier diskutiert wurden, nicht das gewählte Signifikanzniveau erreichten. Dies muss in Zusammenhang mit der relativ geringen Anzahl der Studienteilnehmer gesehen werden. Um also die festgestellten Auffälligkeiten zu bestätigen oder zu verwerfen und so mögliche Einflussfaktoren auf einen Therapieabbruch unter teledermatologischem Therapieregime auszumachen, sind weitere Studien mit einem größeren Patientenkollektiv erforderlich.

#### **4.4.4 Diskussion der Nebenwirkungsraten**

Besonders auffällig war die große Diskrepanz, die zwischen den Nebenwirkungsraten der beiden Studiengruppen in der 12. Studienwoche beobachtet wurden. Die Ursache für diese großen Unterschiede dürfte vermutlich im Studiendesign liegen. So mussten die Patienten der teledermatologischen Studiengruppe ihre Nebenwirkungen in der 12. Studienwoche (so wie auch in den anderen Verlaufskontrollen mit Ausnahme der Abschlussvisite) selbst angeben und bewerten, während die Angabe der

Nebenwirkungen in der 12. Studienwoche für die klinische Studiengruppe durch die Dermatologin vorgenommen wurde. Dies legt den Schluss nahe, dass die deutlichen Unterschiede bezüglich der Nebenwirkungsraten in erster Linie daraus resultieren, dass die Dermatologin Nebenwirkungen stärker bewertete als die Patienten.

Trotzdem zeigten die Patienten der teledermatologischen Studiengruppe auch in der Abschlussvisite, in deren Rahmen die Nebenwirkungen aller Studienpatienten durch die Dermatologin evaluiert wurden, bezüglich der Gesamt-Nebenwirkungsrate und des Auftretens von trockenen Lippen, nicht aber bezüglich der Rate an trockener Haut, auffällig, aber nicht signifikant geringere Nebenwirkungsraten.

Ursächlich für diesen Umstand könnte sein, dass die Patienten der teledermatologischen Studiengruppe alle zwei Wochen eine Visite hatten, während die Patienten der klinischen Studiengruppe nur in 4-wöchigen Abständen die Klinik aufsuchten. Somit erfuhr die behandelnde Dermatologin schneller von neu aufgetretenen Nebenwirkungen der teledermatologischen Patienten und konnte den Nebenwirkungen zeitnah durch eine Adaptierung der Dosierung oder durch die Empfehlung adjuvanter Medikamente entgegenwirken.

Ein anderer Faktor, der dieses Ergebnis beeinflussen haben könnte, ist der Umstand, dass die teledermatologischen Patienten über den Verlauf der Studie durchschnittlich weniger stark von der Akne betroffen waren, so dass hier möglicherweise bereits bei dem Auftreten von leichteren Nebenwirkungen eine Dosisreduktion in Betracht gezogen wurde. Nachdem aber weder die verabreichten Dosierungen des Isotretionins noch die Maßnahmen der Dermatologin bei dem Auftreten von Nebenwirkungen untersucht wurden, bleiben beide Erklärungsansätze Vermutungen.

#### **4.4.5 Aufwand und Beeinflussung der Lebensqualität**

Die Analyse des logistischen Aufwandes, der mit einer klinischen Visite zusammenhängt, ist sicherlich nicht ohne weiteres auf ein allgemeines Patientengut übertragbar, da er von der Infrastruktur der Wohngegend des Patienten, aber auch in Hinblick auf Warte- und Behandlungszeiten von der ärztlichen Versorgungsdichte abhängt.

Nichts destotrotz zeigt die Auswertung, dass zumindest die hier befragten Patienten zum Teil sehr viel Zeit für Anfahrt, Wartezeit und die Visite aufbringen mussten. Hier

bietet die teledermatologische Behandlungsform, bei der zumindest Anfahrts- und Wartezeit wegfallen, einen deutlichen Vorteil. Dass dies auch von den Patienten so eingeschätzt wird, zeigt die Tatsache, dass ein Großteil aller teledermatologischen Studienteilnehmer der Aussage, dass durch die teledermatologische Betreuung eine Zeitersparnis gegeben ist, zustimmte.

Die Kostenschätzung ist insofern mit einer Ungenauigkeit behaftet, als dass nicht mit absoluten Anfahrtswegen, Warte- und Ambulanzzeiten, sondern nur mit Intervallen dieser Merkmale gearbeitet wurde. Zudem sind die zugrundeliegenden Preise für Benzin, Zug- und Bustickets sowie Parkscheine nur für die Steiermark beziehungsweise Graz gültig und somit nicht allgemein übertragbar. Angesichts der unterschiedlichen Kosten, die abhängig von dem genutzten Verkehrsmittel und dem Anfahrtsweg entstehen, verwundert es nicht, dass hier eine hohe Standardabweichung auftrat. Dieses Ergebnis passt auch mit dem Ergebnis der Zufriedenheitsbefragung unter den teledermatologischen Studienteilnehmern zusammen, welche die Frage, ob sie glaubten, durch die teledermatologische Behandlung Kosten einsparen zu können, ebenfalls mit einer sehr großen Streubreite beantworteten. Es ist davon auszugehen, dass das Potential einer Kostenersparnis durch eine teledermatologische Behandlungsform in erster Linie von der vorhandenen Infrastruktur, insbesondere von der Entfernung des Wohnortes der Patienten von dem behandelnden Arzt, abhängt. Teledermatologische Behandlungsformen könnten diesbezüglich vor allem in ländlichen Gebieten sinnvoll sein.

Festzuhalten bleibt aber auch, dass die deutliche Mehrheit der Patienten trotz finanziellem und zeitlichem Aufwand angab, sich durch klinische Visiten nicht in der Lebensqualität eingeschränkt zu fühlen. Die Besuche bei einem Arzt und damit die Sorge um ihre Gesundheit scheint bei Patienten einen so hohen Stellenwert einzunehmen, dass sie gerne bereit sind, hierfür Strapazen auf sich zu nehmen.

Andererseits ergab aber auch die Befragung der teledermatologischen Patienten durchwegs eine hohe Zufriedenheit mit dieser alternativen Betreuungsform. Der Umstand, dass die Patienten am Ende der Studie noch stärker als in der Studienmitte dazu tendierten, die teledermatologische Betreuung einer Face-to-Face-Betreuung vorzuziehen, zeigt, dass sich die Patienten schnell an die neue Betreuungsform gewöhnten. Dabei scheint insbesondere das Vertrauen in den behandelnden Arzt

durch die räumliche Trennung nicht beeinträchtigt zu sein, die Patienten fühlten sich gut betreut.

Interessant ist, dass die beiden Aussagen „Die Handybetreuung hilft mir Verantwortung für meine Erkrankung zu übernehmen“ und die „Die Handybetreuung motiviert mich den Therapieplan genau einzuhalten“ vergleichsweise wenig Zustimmung erhielten. Teledermatologie scheint also, im Gegensatz zu den von Frühauf et al. (37) gefundenen Ergebnissen bei der Betreuung von Psoriasis-Patienten, wenig geeignet zu sein, um die Eigenverantwortung und die Adhärenz von Akne-Patienten zu stärken. Dies passt zu den Ergebnissen der Studie von Dreno et al. (85) und dieser Studie, welche jeweils höhere Drop Out Raten in der teledermatologischen Studiengruppe verzeichneten. Auch die Studie von Boker et al. (87) zeigt, dass das Miteinbeziehen von Handys in die Behandlung von Akne-Patienten, in diesem Fall als Erinnerungssystem, nicht zu einer besseren Adhärenz führt. Wie auch in Kapitel 4.4.3 diskutiert, könnte eine Ursache für dieses Phänomen das jugendliche Alter der meisten Akne-Patienten und eine damit verbundene noch gering ausgeprägte Fähigkeit zur Übernahme von Eigenverantwortung in einem Therapieprozess sein.

Die Ergebnisse der Zufriedenheitsbefragung zeigen des Weiteren, dass die Patienten das notwendige Wissen für die Bedienung des Handys und die Absolvierung der Teledermatologischen Visiten hatten. Die vergleichsweise schlechten Ergebnisse bezüglich der Frage, ob die Software stabil lief, zeigen auf, dass hier möglicherweise noch ein Verbesserungsbedarf hinsichtlich des verwendeten Programmes besteht.

#### **4.4.6 Allgemeine Einschränkungen des Studienergebnisses**

Da die Studie nicht verblindet durchgeführt werden konnte, ist eine Observer-Bias nicht völlig auszuschließen.

Ein Problem bei der Auswertung dieser Studie stellte zudem die geringe Patientenzahl dar. So konnten oftmals, wie insbesondere bei der Auswertung der Drop out Raten, zwar auffällige Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen festgestellt werden, diese zeigten aber wegen der geringen Fallzahl keine Signifikanz. Um hier sichere Rückschlüsse ziehen zu können, sind weitere Studien mit einem größeren Patientenkollektiv notwendig.

## 5 Zusammenfassende Erkenntnis

Seit den Anfängen der Telemedizin im Jahr 1959 hat sich diese fachübergreifende Disziplin, welche sich mit der Gewährleistung und Verbesserung von medizinischer Versorgung mit Hilfe von Kommunikationstechnologien beschäftigt, vor allem dank der Einführung neuer Technologien wie des Internets und mobilen Endgeräten stetig weiterentwickelt (1).

Heute wird Telemedizin von den verschiedensten Fachrichtungen wie Radiologie, Innere Medizin, Chirurgie und Dermatologie eingesetzt. Sie kann mittels direktem Echtzeitkontakt verschiedener Personen oder in einem Store-and-Forward-Setting ausgeführt werden (1).

Durch die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten kann Telemedizin dazu beitragen, Engpässe medizinischer Versorgung zu überbrücken und Ressourcen zu schonen. Durch die besondere Flexibilität, welche die telemedizinische Versorgung bietet, kann Telemedizin aber auch gleichzeitig in der immer „schneller werdenden Zeit“ eine besonders komfortable und benutzerfreundliche Art der medizinischen Betreuung darstellen. Dabei kann durch einen direkten Arzt-Patienten-Kontakt und die Übernahme von Eigenverantwortung durch den Patienten unter Umständen sogar eine bessere Patienten-Adhärenz erreicht werden (1, 9, 37).

Teledermatologie stellt ein vergleichsweise junges, aber inzwischen weltweit verbreitetes Spezialgebiet innerhalb der Telemedizin dar. Dabei gibt es, unterstützt durch den Umstand, dass in der Dermatologie häufig mit Blickdiagnosen gearbeitet wird, vielfältige telemedizinische Anwendungsmöglichkeiten. Eine medizinische Beurteilung des Befundes anhand von qualitativ hochwertigen Fotografien kann hierbei einer klinischen Begutachtung ebenbürtig sein. Somit kann Teledermatologie als Instrument für Präventivmaßnahmen, zu Diagnostik- oder zu Triagezwecken, in der Weiterbildung von Patienten und medizinischem Personal, in der Akuttherapie oder in der Langzeitbetreuung zum Einsatz kommen. Durch Teledermatoskopie und Teledermatopathologie werden die Einsatzmöglichkeiten gerade im diagnostischen Bereich noch stärker erweitert (12, 38, 39, 44, 87).

Während in den Anfängen der Teledermatologie vor allem Standard-Teledermatologie verwendet wurde, kommt heute durch die Weiterentwicklung von tragbaren Geräten wie Handys und Laptops, die inzwischen die Erstellung von

qualitativ hochwertigen Bildern und eine schnelle Datenübertragung erlauben, zunehmend die mobile Teledermatologie zum Einsatz. Diese wird neben anderen Anwendungsmöglichkeiten vor allem auch für den direkten Kontakt zwischen Arzt und Patienten genutzt. Hier bietet sie vor allem in der Langzeitbetreuung von chronischen Erkrankungen den Vorteil, dass der Patient in seiner Betreuung örtlich ungebunden ist, sich Anfahrtswege und Wartezeiten erspart, eine aktive Rolle als Kommunikationspartner des Arztes in der Behandlung einnimmt und somit eine verstärkte Selbstwirksamkeit erfährt, welche seiner Adhärenz und seiner Lebensqualität zuträglich sein kann (37, 38). Eine sehr häufige dermatologische, chronische Erkrankung ist die Akne vulgaris. 60-80% aller Jugendlichen leiden in unterschiedlicher Ausprägung an dieser Erkrankung, wobei männliche Jugendliche häufiger und stärker betroffen sind. In einem Teil der Fälle persistiert die Erkrankung aber auch über das Jugendalter hinaus (61).

Die häufig vor allem im gut sichtbaren Gesichtsbereich lokalisierten Akneläsionen können bei den Betroffenen nicht nur körperliche Symptome wie Jucken, Brennen und Schmerzen verursachen, sondern können auch ein vermindertes Selbstwertgefühl und eine Beeinträchtigung sozialer Beziehungen mit deutlich reduzierter Lebensqualität der Betroffenen zur Folge haben. Dabei stimmen die subjektive Einschätzung der Schwere der Erkrankung und die Beeinträchtigung der Lebensqualität häufig nicht mit dem objektiv durch einen Dermatologen erhobenen Befund überein (61).

Darüber hinaus können als Folge dieser Erkrankung deutliche Vernarbungen entstehen, die für die Betroffenen meist eine anhaltende körperliche und psychische Belastung darstellen (61).

Aus diesem Grund sollte Akne vulgaris als Erkrankung ernst genommen und einer qualifizierten Behandlung zugeführt werden. Dabei bilden der Ausschluss von Differentialdiagnosen, wie etwa anderen Akneformen, und die Quantifizierung der Akne die Grundlage für eine stadiengerechte Therapie.

Aknepatienten weisen häufig sowohl in Hinblick auf die Medikamenteneinnahme als auch in Bezug auf das Einhalten ihrer Arztbesuche eine schlechte Adhärenz auf. Es scheint, dass die Adhärenz vor allem durch junges Alter, Unzufriedenheit mit dem Behandlungsfortschritt und das Auftreten von Nebenwirkungen negativ beeinflusst

wird. In Bezug auf die Isotretinointherapie werden stark divergierende Adhärenzraten zwischen 54% und 96% angegeben, bei wiederholten Therapiezyklen sinkt die Adhärenz (84, 85).

Da Akne vulgaris eine häufige dermatologische Erkrankung ist und einer langfristigen Behandlung bedarf, stellt sie ein mögliches Anwendungsfeld für die tele-dermatologische Betreuung dar.

Akne vulgaris betrifft vor allem junge und damit meist technikaffine Menschen (55, 61), weshalb anzunehmen ist, dass die betroffenen Patienten einer teledermatologischen Behandlungsform offen gegenüberstehen und über das notwendige Wissen bezüglich des Umgangs mit technischen Hilfsmitteln verfügen. Zudem wurde bereits gezeigt, dass eine dermatologische Beurteilung der Akne anhand von Fotografien gute Ergebnisse liefert (58). Trotzdem wurden bisher nur wenige Studien veröffentlicht, die sich mit dem therapeutischen Outcome einer teledermatologischen Aknebetreuung beschäftigten (59). Insbesondere wurde die Anwendbarkeit von Teledermatologie für die Betreuung von Patienten mit schwerer Akne und unter Isotretinointherapie, welche besonders sorgfältig durchgeführt werden muss, bislang noch nicht untersucht.

Ziel unserer Studie war es, diese Lücke zu schließen und im Rahmen einer randomisierten, kontrollierten Studie zu untersuchen, inwieweit sich die teledermatologische Betreuung von Patienten, bei welchen auf Grund der Schwere und Therapieresistenz ihrer Erkrankung die Indikation zu einer Isotretinointherapie gestellt wurde, auf das Therapeutische Outcome, die Patientenzufriedenheit, die Drop out Rate der Studie, die Nebenwirkungsrate und dem mit einer Visite verbundenen logistischen Aufwand sowie die Lebensqualität auswirkt.

Die Auswertung der Daten zeigte für beide Studiengruppen ein exzellentes klinisches Outcome. Obwohl die teledermatologischen Studienteilnehmer am Ende der Studie sogar signifikant weniger Läsionen als die klinischen Studienteilnehmer hatten, empfanden Letztere einen nicht signifikant höheren Nutzen der Therapie.

Zwar gaben die teledermatologischen Studienteilnehmer im Verlauf der Studie verglichen mit den klinischen Patienten weniger Nebenwirkungen an, bei der gemeinsamen klinischen Endvisite lagen die Nebenwirkungsraten der teledermatologischen Studienteilnehmer allerdings nicht signifikant unter jenen der

klinischen Studienteilnehmer. Die Ursache für die geringere Nebenwirkungsrate könnte die engmaschigere Kontrolle sein, welche die teledermatologischen Studienteilnehmer dem Studienprotokoll folgend erhielten.

Unsere Studie weist eine Ausschlussrate von knapp 25% auf, wobei die Mehrzahl der ausgeschlossenen Patienten der teledermatologischen Studiengruppe angehört hatten. Dabei war fehlende Adhärenz häufig der Grund für die Ausschlüsse. In beiden Studiengruppen war die Drop out Rate bei Patienten zwischen 17-21 Jahren am höchsten, in der Altersgruppe der Patienten <17 Jahre wurden auffällig, aber nicht signifikant mehr Patienten der teledermatologischen Studiengruppe ausgeschlossen. Zudem erhielt auch die Aussage „Die Handybetreuung motiviert mich den Therapieplan genau einzuhalten“ bei einer Zufriedenheitsbefragung der teledermatologischen Patienten eine vergleichsweise geringe Zustimmung.

Im Gegensatz dazu schätzten die teledermatologischen Patienten an der neuartigen Betreuungsform besonders die Zeitersparnis. Sie kamen gut mit dem Visitenaufbau zurecht und vertrauten der Teledermatologin. Die Patienten schienen sich an die teledermatologische Betreuungsform zu gewöhnen und so erhielt die Aussage „Die Handy-Betreuung ist besser als eine ambulante Betreuung an der Klinik“ gegen Ende der Studie mit 73,91% der maximalen Punkte eine deutlich höhere Zustimmung als noch in der Mitte der Studienzeit. Mit der Stabilität der Software zeigten sich allerdings vergleichsweise wenige Patienten zufrieden. Hier ist sicherlich noch Verbesserungspotential vorhanden.

Eine weitere Befragung ergab, dass ein Teil der Patienten beträchtliche Strecken zu der Klinik zurücklegen musste und dass eine klinische Visite durch Anfahrt, Wartezeit und Visitendauer zum Teil mit einem erheblichen Zeitaufwand für die Patienten verbunden war. Trotzdem fühlten sich die Patienten durch die Visiten nicht in ihrer Lebensqualität eingeschränkt. Die Kosten, die eine klinische Visite verursachte, wiesen abhängig von der Strecke zur Klinik und dem gewählten Fahrzeug große Unterschiede auf.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in Bezug auf das klinische Outcome und die Nebenwirkungsrate die teledermatologische Betreuung einer konventionellen Betreuungsform ebenbürtig ist. Dabei könnte eine engmaschigere Betreuung positive Effekte auf die Nebenwirkungsrate erzielen.

Beide Methoden stoßen auf eine hohe Akzeptanz. Inwiefern ein Patient in Bezug auf Zeit-, Kostenersparnis und durch die höhere Flexibilität dieser Methode profitiert, hängt von der vorhandenen Infrastruktur, der ärztlichen Versorgungsdichte und der individuellen Lebensführung des einzelnen Patienten ab. Pauschal lässt sich aber sicher sagen, dass teledermatologische Aknebetreuung vor allem in ländlichen Gebieten, in denen Patienten lange Anfahrtswege haben, und in Gebieten, in denen durch Ärztemangel lange Wartezeiten entstehen, sinnvoll ist. Allerdings muss gerade bei der Behandlung von Patienten mit schwerer Akne bedacht werden, dass diese auf jeden Fall zusätzliche Hausarztbesuche für die notwendigen Laborkontrollen absolvieren müssen.

Nicht untersucht wurde in unserer Studie, wie sich das teledermatologische Behandlungsmodell auf den Zeitaufwand des Arztes auswirkt. Ebenfalls wurde nicht analysiert, welche Kosten beispielsweise durch die Erstellung einer Software und das Betreiben eines Servers entstehen und welche Kosten andererseits eingespart werden, weil für eine teledermatologische Betreuung keine Behandlungsräume und somit keine Raummiete, kein Reinigungsdienst und auch kein zusätzliches Personal benötigt wird.

Hier ist sicherlich noch weitere Forschung notwendig, um den Nutzen der teledermatologischen Aknebehandlung nicht nur aus Sicht des Patienten, sondern auch aus Sicht von medizinischem Personal, Versicherungen und Krankenhaus-trägern zu analysieren.

Leider konnte unsere Studie im Gegensatz zu der Studie von Frühauf et al. (37) nicht zeigen, dass die teledermatologische Behandlung eine verbesserte Adhärenz bewirkte. Im Gegensatz dazu gaben nur wenige Patienten an, durch diese Behandlungsform zur regelmäßigen Medikamenteneinnahme motiviert zu werden. Beachtlich ist zudem auch, dass sowohl die Studie von Watson et al. (59), als auch unsere Studien jeweils höhere Drop out Raten innerhalb der teledermatologischen Studiengruppen zeigten. Auch wenn unsere Analyse der ausgeschlossenen Patienten wegen der geringen Patientenzahl keine signifikanten Ergebnisse erbrachte, so zeigten sich doch Hinweise darauf, dass vor allem jüngere Patienten, also Kinder und Jugendliche, ohne persönlichen Kontakt zu einem Arzt möglicherweise eher dazu

tendierten, das Studienprotokoll nicht einzuhalten und somit die Therapie abubrechen.

Da Aknepatienten ohnehin schon häufig eine schlechte Adhärenz zeigen und diese zu einem schlechteren Therapieergebnis führen kann, besteht hier noch großer Forschungsbedarf. Dabei sollte nicht nur untersucht werden, inwiefern sich eine teledermatologische Betreuung auf die regelmäßige Anwendung der empfohlenen Medikation und die Rate von Therapieabbrüchen auswirkt, sondern es sollte auch analysiert werden, ob möglicherweise bestimmte Patientengruppen (wie etwa junge Patienten) besonders schlechte Adhärenz unter einer teledermatologischen Behandlung zeigen und somit für eine ausschließliche Anwendung dieser Betreuungsform eher ungeeignet sind.

Weil das persönliche Gespräch mit einem Arzt hilfreich zu sein scheint, um den Patienten den Behandlungserfolg bewusst zu machen und somit ihre Zufriedenheit und ihre Adhärenz zu stärken, sind auch Behandlungsmodelle denkbar und sollten in Studien getestet werden, in denen eine teledermatologische Betreuung mit einer konventionellen Betreuung kombiniert wird. So könnten sich zum Beispiel teledermatologische und klinische Visiten abwechseln. Dieses Modell könnte die Vorteile beider Methoden kombinieren und so dem Patienten eine komfortable Betreuung bei guter persönlicher Bindung zu dem behandelnden Arzt bieten.

## 6 Literaturverzeichnis

1. World Health Organization. TELEMEDICINE in Member States Opportunities and developments: Report on the second global survey on eHealth; 2010 [zitiert 26.01.2012]. URL:[http://www.who.int/goe/publications/goe\\_telemedicine\\_2010.pdf](http://www.who.int/goe/publications/goe_telemedicine_2010.pdf).
2. World Health Organization. Atlas eHealth country profiles: based on the findings of the second global survey on eHealth; 2011 [zitiert 29.01.2012]. URL:[http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241564168\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241564168_eng.pdf).
3. Benschoter RA, Eaton MT, Smith P. Use of videotape to provide individual instruction in techniques of psychotherapy. *J Med Educ* 1965; 40(12):1159–61.
4. Senel E. History of teledermatology: a technique of the future in dermatology. *Skinmed*; 8(3):167–70.
5. Whitten P, Sypher BD. Evolution of telemedicine from an applied communication perspective in the United States. *Telemed J E Health* 2006; 12(5):590–600.
6. Fuchs M. Provider attitudes toward STARPAHC: a telemedicine project on the Papago reservation. *Med Care* 1979; 17(1):59–68.
7. International Telecommunication Union ICT Statistics. Internet users per 100 inhabitants, 2010; 2010 [zitiert 26.01.2012]. URL:[http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/material/excel/2010/Internet\\_users\\_reg-10.xls](http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/material/excel/2010/Internet_users_reg-10.xls).
8. International Telecommunication Union ICT Statistics. Internet; 2012 [zitiert: 30.06.2013]. URL:[http://www.itu.int/ITU-D/ict/eye/Reporting/ShowReportFrame.aspx?ReportName=/WTI/InformationTechnologyPublic&ReportFormat=HTML4.0&RP\\_intYear=2010&RP\\_intLanguageID=1&RP\\_bitLiveData=False](http://www.itu.int/ITU-D/ict/eye/Reporting/ShowReportFrame.aspx?ReportName=/WTI/InformationTechnologyPublic&ReportFormat=HTML4.0&RP_intYear=2010&RP_intLanguageID=1&RP_bitLiveData=False).
9. European Commission. e-Health - making healthcare better for European citizens: An action plan for a European e-Health Area.; 2004 [zitiert 27.01.2012]. URL:[http://ec.europa.eu/information\\_society/doc/qualif/health/COM\\_2004\\_0356\\_F\\_EN\\_ACTE.pdf](http://ec.europa.eu/information_society/doc/qualif/health/COM_2004_0356_F_EN_ACTE.pdf).
10. Eminovic N, Witkamp L, Keizer NF de, Wyatt JC. Patient perceptions about a novel form of patient-assisted teledermatology. *Arch Dermatol* 2006; 142(5):648–9.
11. Eedy DJ, Wootton R. Teledermatology: a review. *Br. J. Dermatol* 2001; 144(4):696–707.

12. Kaddu S, Soyer HP, Gabler G, Kovarik C. The Africa Teledermatology Project: preliminary experience with a sub-Saharan teledermatology and e-learning program. *J. Am. Acad. Dermatol* 2009; 61(1):155–7.
13. Lim AC, Egerton IB, Shumack SP. Australian teledermatology: the patient, the doctor and their government. *Australas. J. Dermatol* 2000; 41(1):8–13.
14. Whited JD. Teledermatology research review. *Int. J. Dermatol* 2006; 45(3):220–9.
15. Haidegger T, Sándor J, Benyó Z. Surgery in space: the future of robotic telesurgery. *Surg Endosc* 2011; 25(3):681–90.
16. Thrall JH. Reinventing radiology in the digital age: part I. The all-digital department. *Radiology* 2005; 236(2):382–5.
17. Ebbert TL, Meghea C, Iturbe S, Forman HP, Bhargavan M, Sunshine JH. The State of Teleradiology in 2003 and Changes Since 1999. *American Journal of Roentgenology* 2007; 188(2):W103.
18. Barneveld Binkhuysen F, Ranschaert E. Teleradiology: Evolution and concepts. *European Journal of Radiology* 2011; 78(2):205–9.
19. Boland G. The impact of teleradiology in the United States over the last decade: driving consolidation and commoditization of radiologists and radiology services. *Clinical Radiology* 2009; 64(5):457–60.
20. White P. Legal issues in teleradiology-distant thoughts! *Br J Radiol* 2002; 75(891):201–6.
21. Pande RU, Patel Y, Powers CJ, D'Ancona G, Karamanoukian HL. The telecommunication revolution in the medical field: present applications and future perspective. *Curr Surg* 2003; 60(6):636–40.
22. Rea F, Marulli G, Bortolotti L. Robotic video-assisted thoracoscopic thymectomy. *Multimedia Manual of Cardio-Thoracic Surgery* 2005 [zitiert 18.07.2013]; 2005(0324).  
URL:<http://mmcts.oxfordjournals.org/content/2005/0324/mmcts.2004.000422.full.pdf+html>.
23. Janetschek G, Bartsch G, Kavoussi LR. Transcontinental interactive laparoscopic telesurgery between the United States and Europe. *J. Urol* 1998; 160(4):1413.
24. Anvari M, McKinley C, Stein H. Establishment of the world's first telerobotic remote surgical service: for provision of advanced laparoscopic surgery in a rural community. *Ann. Surg* 2005; 241(3):460–4.

25. Nangalia V, Prytherch DR, Smith GB. Health technology assessment review: Remote monitoring of vital signs - current status and future challenges. *Crit Care* 2010; 14(5):233.
26. Ricci RP, Morichelli L, Santini M. Home monitoring remote control of pacemaker and implantable cardioverter defibrillator patients in clinical practice: impact on medical management and health-care resource utilization. *Europace* 2008; 10(2):164–70.
27. Piette JD, Weinberger M, McPhee SJ, Mah CA, Kraemer FB, Crapo LM. Do automated calls with nurse follow-up improve self-care and glycemic control among vulnerable patients with diabetes? *Am. J. Med* 2000; 108(1):20–7.
28. BIOTRONIK. International Newsroom: CardioMessenger [zitiert 18.07.2013]. URL:[http://www.biotronik.de/wps/wcm/connect/en\\_de\\_web/biotronik/newsroom/media\\_resources/image\\_gallery2/image\\_library\\_products/image\\_lib\\_cardiomessenger\\_quality](http://www.biotronik.de/wps/wcm/connect/en_de_web/biotronik/newsroom/media_resources/image_gallery2/image_library_products/image_lib_cardiomessenger_quality).
29. Paré G, Moqadem K, Pineau G, St-Hilaire C. Clinical Effects of Home Telemonitoring in the Context of Diabetes, Asthma, Heart Failure and Hypertension: A Systematic Review. *J Med Internet Res* 2010; 12(2):e21.
30. United Nations, Population Division, Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects: The 2010 Revision: File 1: Total population (both sexes combined) by major area, region and country, annually for 1950-2100 (thousands); 2011 [zitiert 28.10.2012]. URL:[http://esa.un.org/wpp/Excel-Data/DB02\\_Stock\\_Indicators/WPP2010\\_DB2\\_F01\\_TOTAL\\_POPULATION\\_BOTH\\_SEXES.XLS](http://esa.un.org/wpp/Excel-Data/DB02_Stock_Indicators/WPP2010_DB2_F01_TOTAL_POPULATION_BOTH_SEXES.XLS).
31. World Health Organization. The World Health Report 2006 - working together for health; 2006 [zitiert 28.10.2012]. URL:<http://www.who.int/whr/2006/en/index.html>.
32. Desai B, McKoy K, Kovarik C. Overview of international teledermatology. *Pan Afr Med J* 2010; 6:3.
33. Africa Teledermatology Project. Africa Teledermatology Project [zitiert 20.07.2012]. URL:<http://africa.telederm.org/>.
34. Wootton R, Geissbuhler A, Jethwani K, Kovarik C, Person D, Vladzmyrskyy A et al. Long-running telemedicine networks delivering humanitarian services: experience, performance and scientific output. *Bull World Health Org* 2012; 90(5):341–7.

35. Perednia DA, Brown NA. Teledermatology: one application of telemedicine. *Bull Med Libr Assoc* 1995; 83(1):42-7.
36. Kimball AB, Resneck JS. The US dermatology workforce: a specialty remains in shortage. *J. Am. Acad. Dermatol* 2008; 59(5):741-5.
37. Frühauf J, Schwantzer G, Ambros-Rudolph CM, Weger W, Ahlgrimm-Siess V, Salmhofer W et al. Pilot study on the acceptance of mobile teledermatology for the home monitoring of high-need patients with psoriasis. *Australasian Journal of Dermatology* 2012; 53(1):41-6.
38. Kanthraj GR. Classification and design of teledermatology practice: What dermatoses? Which technology to apply? *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology* 2009; 23(8):865-75.
39. May C, Giles L, Gupta G. Prospective observational comparative study assessing the role of store and forward teledermatology triage in skin cancer. *Clinical and Experimental Dermatology* 2008; 33(6):736-9.
40. Massone C, Brunasso AMG, Campbell TM, Soyer HP. State of the art of teledermatopathology. *Am J Dermatopathol* 2008; 30(5):446-50.
41. Armstrong AW, Wu J, Kovarik CL, Goldyne ME, Oh DH, McKoy KC et al. State of teledermatology programs in the United States. *Journal of the American Academy of Dermatology* 2012; 67(5):939-44.
42. Braun RP, Vecchietti JL, Thomas L, Prins C, French LE, Gewirtzman AJ et al. Telemedical wound care using a new generation of mobile telephones: a feasibility study. *Arch Dermatol* 2005; 141(2):254-8.
43. Wurm EM, Hofmann-Wellenhof R, Wurm R, Soyer HP. Telemedicine and teledermatology: Past, present and future. *JDDG* 2008; 6(2):106-12.
44. Binder B, Hofmann-Wellenhof R, Salmhofer W, Okcu A, Kerl H, Soyer HP. Teledermatological monitoring of leg ulcers in cooperation with home care nurses. *Arch Dermatol* 2007; 143(12):1511-4.
45. Soyer HP, Hofmann-Wellenhof R, Massone C, Gabler G, Dong H, Ozdemir F et al. telederm.org: Freely Available Online Consultations in Dermatology. *Plos Med* 2005; 2(4):e87.
46. The Community for Teledermatology. *Telederm.org*; 2012 [zitiert 24.09.2012]. URL:<http://portal.telederm.org/>.

47. International Telecommunication Union ICT Statistics. Mobile-cellular subscriptions per 100 inhabitants, 2011; 2011 [zitiert 24.09.2012].  
URL:[http://portal.telederm.org/http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/material/excel/20112/ictwebsite/Mobile\\_Cellular\\_reg-11.xls](http://portal.telederm.org/http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/material/excel/20112/ictwebsite/Mobile_Cellular_reg-11.xls).
48. Kroemer S, Frühauf J, Campbell T, Massone C, Schwantzer G, Soyer H et al. Mobile teledermatology for skin tumour screening: diagnostic accuracy of clinical and dermoscopic image tele-evaluation using cellular phones. *British Journal of Dermatology* 2011; 164(5):973–9.
49. Frühauf J, Hofman-Wellenhof R, Kovarik C, Mulyowa G, Alitwala C, Soyer HP et al. Mobile Teledermatology in Sub-Saharan Africa: A Useful Tool in Supporting Health Workers in Low-resource Centres. *Acta Derm. Venereol* 2012.
50. Armstrong AW, Watson AJ, Makredes M, Frangos JE, Kimball AB, Kvedar JC. Text-message reminders to improve sunscreen use: a randomized, controlled trial using electronic monitoring. *Arch Dermatol* 2009; 145(11):1230–6.
51. Jones-Caballero M, Chren MM, Soler B, Pedrosa E, Peñas PF. Quality of life in mild to moderate acne: relationship to clinical severity and factors influencing change with treatment. *J Eur Acad Dermatol Venerol* 2007; 21(2).
52. Niemeier V, Kupfer J, Gieler U. Acne vulgaris ? Psychosomatic aspects. *JDDG* 2006; 4(12):1027–36.
53. Yazici K, Baz K, Yazici AE, Kokturk A, Tot S, Demirseren D et al. Disease-specific quality of life is associated with anxiety and depression in patients with acne. *J Eur Acad Dermatol Venerol* 2004; 18(4):435–9.
54. Dunn LK, O'Neill JL, Feldman SR. Acne in adolescents: quality of life, self-esteem, mood, and psychological disorders. *Dermatol. Online J* 2011; 17(1):1.
55. Arican O. E-dermatology: Emails about dermatological diseases on the Internet. *J Dermatol* 2007; 34(6):375–80.
56. Verhoeven EWM, Kraaimaat FW, van Weel C, van de Kerkhof PCM, Duller P, van der Valk PGM et al. Skin diseases in family medicine: prevalence and health care use. *Ann Fam Med* 2008; 6(4):349–54.
57. Yazdanyar S, Bryld L, Heidenheim M, Jemec G. Do generalists and specialists agree on descriptive acne morphology? *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology* 2013; 27(1):116-20.

58. Bergman H, Tsai KY, Seo S, Kvedar JC, Watson AJ. Remote assessment of acne: the use of acne grading tools to evaluate digital skin images. *Telemed J E Health* 2009; 15(5):426–30.
59. Watson AJ, Bergman H, Williams CM, Kvedar JC. A randomized trial to evaluate the efficacy of online follow-up visits in the management of acne. *Arch Dermatol* 2010; 146(4):406–11.
60. Rothlauer J. Teleakne: Diplomarbeit. Graz; 2011 [zitiert 15.07.13].  
URL:[https://online.medunigraz.at/mug\\_online/wbabs.getDocument?pThesisNr=22286&pAutorNr=60980&pOrgNR=1](https://online.medunigraz.at/mug_online/wbabs.getDocument?pThesisNr=22286&pAutorNr=60980&pOrgNR=1).
61. Deutsche Dermatologische Gesellschaft, editor. Behandlung der Akne: S2k - Leitlinie zur Therapie Akne; 2010 [zitiert 17.02.13].  
URL:[http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/013-0171\\_S2k\\_Behandlung\\_der\\_Akne\\_2011-10-Korrektur.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/013-0171_S2k_Behandlung_der_Akne_2011-10-Korrektur.pdf).
62. Schäfer T, Kahl C, Rzany B. Epidemiologie der Akne. *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft* 2010; 8:S4.
63. Hartmann M. Zytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie: Licht- und elektronenmikroskopischer Bildatlas ; [inkl. Übungs-CD]. 4th ed. Wien: Facultas.wuv; 2009.
64. Zaenglein AL, Thiboutot DM. Expert Committee Recommendations for Acne Management. *PEDIATRICS* 2006; 118(3):1188–99.
65. Gollnick H, Cunliffe W, Berson D, Dreno B, Finlay A, Leyden JJ et al. Management of acne: a report from a Global Alliance to Improve Outcomes in Acne. *J. Am. Acad. Dermatol* 2003; 49(1 Suppl):S1-37.
66. Moll I. Dermatologie. 6. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme; 2005. (Duale Reihe).
67. Galobardes B. Acne in Adolescence and Cause-specific Mortality: Lower Coronary Heart Disease but Higher Prostate Cancer Mortality: The Glasgow Alumni Cohort Study. *American Journal of Epidemiology* 2005; 161(12):1094–101.
68. Cunliffe WJ. Acne and unemployment. *Br. J. Dermatol* 1986; 115(3):386.
69. Altmeyer P, Bacharach-Buhles M. Springer Enzyklopädie: Dermatologie, Allergologie, Umweltmedizin. Heidelberg: Springer Verlag Berlin; 2010 [zitiert 10.03.13]. URL:<http://www.enzyklopaedie-dermatologie.de/>.
70. Jansen T, Grabbe S, Plewig G. Klinische Formen der Akne. *Hautarzt* 2005; 56(11):1018–26.

71. Fritsch P. Dermatologie und Venerologie für das Studium. Dermatologie und Venerologie für das Studium 2009.
72. Zaba R, Schwartz R, Jarmuda S, Czarnecka-Operacz M, Silny W. Acne fulminans: explosive systemic form of acne. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2011; 25(5):501–7.
73. Lucky AW, Barber BL, Girman CJ, Williams J, Ratterman J, Waldstreicher J. A multirater validation study to assess the reliability of acne lesion counting. *J. Am. Acad. Dermatol* 1996; 35(4):559–65.
74. Thappa D, Adityan B, Kumari R. Scoring systems in acne vulgaris. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2009; 75(3):323.
75. Plewig G, Kligman AM. Akne und Rosazea. 2. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest: Springer; 1994 [zitiert 10.3.13].  
URL:[http://books.google.de/books/about/Akne\\_Und\\_Rosazea.html?id=CqdgmcDRB8UC&redir\\_esc=y](http://books.google.de/books/about/Akne_Und_Rosazea.html?id=CqdgmcDRB8UC&redir_esc=y).
76. Dréno B, Poli F, Pawin H, Beylot C, Faure M, Chivot M et al. Development and evaluation of a Global Acne Severity Scale (GEA Scale) suitable for France and Europe. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology* 2011; 25(1):43–8.
77. Williams HC, Dellavalle RP, Garner S. Acne vulgaris. *The Lancet* 2012; 379(9813):361–72.
78. Krauss J. Topische und systemische Therapie der Akne. *Pharmazeutische Zeitung online*; 2006 [zitiert 28.04.13]. URL:<http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=1509>.
79. Thiboutot D, Gollnick H, Bettoli V, Dréno B, Kang S, Leyden JJ et al. New insights into the management of acne: An update from the Global Alliance to Improve Outcomes in Acne Group. *Journal of the American Academy of Dermatology* 2009; 60(5):S1.
80. AlGhamdi KM, Khurram H, Asiri YA, Mandil A. Dermatologists' level of compliance with the prescription guidelines of isotretinoin for females of childbearing potential. *International Journal of Dermatology* 2011; 50(9):1094–8.
81. Jones-Caballero M, Pedrosa E, Peñas PF. Self-reported adherence to treatment and quality of life in mild to moderate acne. *Dermatology (Basel)* 2008; 217(4):309–14.

82. Miyachi Y, Hayashi N, Furukawa F, Akamatsu H, Matsunaga K, Watanabe S et al. Acne management in Japan: study of patient adherence. *Dermatology (Basel)* 2011; 223(2):174–81.
83. Zaghoul S, Cunliffe W, Goodfield M. Objective assessment of compliance with treatments in acne. *Br J Dermatol* 2005; 152(5):1015–21.
84. McEvoy B, Nydegger R, Williams G. Factors related to patient compliance in the treatment of acne vulgaris. *Int. J. Dermatol* 2003; 42(4):274–80.
85. Dréno B, Thiboutot D, Gollnick H, Finlay AY, Layton A, Leyden JJ et al. Large-scale worldwide observational study of adherence with acne therapy. *Int. J. Dermatol* 2010; 49(4):448–56.
86. Pawin H, Beylot C, Chivot M, Faure M, Poli F, Revuz J et al. Creation of a tool to assess adherence to treatments for acne. *Dermatology (Basel)* 2009; 218(1):26–32.
87. Boker A, Feetham HJ, Armstrong A, Purcell P, Jacobe H. Do automated text messages increase adherence to acne therapy? Results of a randomized, controlled trial. *J. Am. Acad. Dermatol* 2012; 67(6):1136–42.
88. Milinov O, Editor. Acer Liquid mt. [zitiert 18.07.2013].  
URL:[http://www.gsmarena.com/acer\\_liquid\\_mt-3519.php](http://www.gsmarena.com/acer_liquid_mt-3519.php).
89. Augustin M, Reich C, Schaefer I, Zschocke I, Rustenbach SJ. Development and validation of a new instrument for the assessment of patient-defined benefit in the treatment of acne. *J Dtsch Dermatol Ges* 2008; 6(2):113–20.
90. Bundeswettbewerbsbehörde. Treibstoff-Newsletter 12/2011. Wien; 2011 [zitiert 16.07.13].  
URL:<http://www.bwb.gv.at/newsletter/treibstoffnewsletter/Documents/Newsletter%20Dezember%202011.pdf>.
91. Umweltbundesamt, Editor. Kraftstoffverbrauch; 2012 [zitiert 16.07.13].  
URL:<http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2330>.
92. Steiermärkische Krankenanstaltengesellschaft m.bH. LKH-Univ. Klinikum Graz. Parkmöglichkeiten: LKH- Besuchergarage; 2012 [zitiert 16.07.13].  
URL:<http://www.klinikum-graz.at/cms/beitrag/10022958/2096225/>.
93. Steve Stipsits. Tarife; 2012 [zitiert 29.03.13]. URL:<http://www.public-transport.at/tarife-graz.htm>.

94. Ellis RM, Koch LH, McGuire E, Williams JV. Potential Barriers to Adherence in Pediatric Dermatology. *Pediatric Dermatology* 2011; 28(3):242-4.

## 7 Anhang

### 7.1 Patient Benefit Index

#### 7.1.1 Patient Needs Questionnaire

Patient Nr.: \_\_\_\_\_  
 Patienten-Initialen: \_\_\_\_\_  
 Datum der Untersuchung: \_\_\_\_\_  
 Visitennummer: \_\_\_\_\_

Wie wichtig ist es für Dich/Sie, dass Dich/Sie die Therapie		0	1	2	3	4	5
1	..von Schmerzen befreit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	..von Brennen befreit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	..von allen Hautveränderungen befreit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	..dabei unterstützt, wieder mehr Lebensfreude zu empfinden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	..dabei unterstützt, wieder unbeschwert in der Öffentlichkeit aufzutreten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	..dabei unterstützt, zu einem normalen Alltagsleben zurückzufinden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	..dabei unterstützt, wieder mehr soziale Kontakte (Freunde, etc) zu pflegen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	..von Traurigkeit und Niedergeschlagenheit befreit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	..dabei unterstützt, wieder leistungsstark im Arbeitsleben (Schule, etc.) zu stehen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10	...dabei unterstützt, keine Angst mehr vor Krankheitsschüben zu haben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anmerkung: Bewertung von "0" ..... "überhaupt nicht" bis "5" ..... "sehr wichtig".

## 7.1.2 Patient Benefit Questionnaire

Patient Nr.: \_\_\_\_\_  
 Patienten-Initialen: \_\_\_\_\_  
 Datum der Untersuchung: \_\_\_\_\_  
 Visitennummer: \_\_\_\_\_

Die Therapie hat mir geholfen,		0	1	2	3	4	5
1	...keine Schmerzen mehr zu haben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2	...kein Brennen mehr zu verspüren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3	...mich von Akne zu befreien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4	...wieder mehr Lebensfreude zu empfinden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5	...wieder unbeschwert in der Öffentlichkeit aufzutreten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6	...zu einem normalen Alltagsleben zurückzufinden	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7	...wieder mehr soziale Kontakte (Freunde, etc) aufzunehmen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8	...mich von Traurigkeit und Niedergeschlagenheit zu befreien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9	...wieder leistungsstark im Arbeitsleben (Schule, etc.) aufzutreten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10	...keine Angst mehr vor Krankheitsschüben zu haben	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anmerkung: Bewertung von "0" ..... "überhaupt nicht" bis "5" ..... "sehr richtig".

## 7.1.3 Berechnung des PBI

Für die Berechnung des PBI werden die Angaben des Patienten aus dem PNQ und dem PBI in Werte von 0 (wenn der Patient 0 oder eins angegeben hat) bis 4 (wenn der Patient 5 angegeben hat) transferiert. Mit diesen Zahlen wird nach der folgenden Formel der PBI berechnet. Dabei gilt: n= Anzahl der Abgefragten Krankheitsaspekte.

$$PBI = \sum_{i=1}^n \frac{PNQi}{\sum_{i=1}^n PNQi} PBQi$$

## 7.2 Abfrage des logistischen Aufwands einer klinischen Visite

*Worksheet*

*Datum:* \_\_\_\_\_ *Patient:* \_\_\_\_\_

*Visite:* \_\_\_\_\_ *Woche:* \_\_\_\_\_

Bitte wählen Sie/wähle *eine* der angegebenen Möglichkeiten aus. Es gelten jeweils  
Durchschnittswerte:

**1. Für die Anfahrt zur Klinik (reine Anfahrt) für die ambulante Kontrolle benötige ich:**

- Weniger als 10 Minuten
- Zwischen 10 und 20 Minuten
- Zwischen 20 und 30 Minuten
- Zwischen 30 und 40 Minuten
- Zwischen 40 und 50 Minuten
- Zwischen 50 und 60 Minuten
- Zwischen 60 Minuten (1 Stunde) und 2 Stunden
- Mehr als 2 Stunden (geschätzte Angabe in h): \_\_\_\_\_

**2. Im Wartezimmer, bis zum Aufruf zur ärztlichen Vorstellung, benötige ich:**

- Weniger als 5 Minuten
- Zwischen 5 und 10 Minuten
- Zwischen 10 und 20 Minuten
- Zwischen 20 und 30 Minuten
- Zwischen 30 und 40 Minuten
- Mehr als 40 Minuten (geschätzte Angabe in min): \_\_\_\_\_

**3. Die eigentliche ärztliche Untersuchung und das Gespräch mit dem Arzt dauern:**

- Weniger als 5 Minuten
- Zwischen 5 und 10 Minuten
- Zwischen 10 und 20 Minuten
- Zwischen 20 und 30 Minuten
- Zwischen 30 und 40 Minuten
- Mehr als 40 Minuten (geschätzte Angabe in min): \_\_\_\_\_

**4. Durch die ambulante Vorstellung bin ich gezwungen, eine Arbeitsfreistellung/Krankenstand zu beantragen:**

- JA
- NEIN

**5. Ich nehme die ambulanten Vorstellungen im Rahmen meines Urlaubes u/o Zeitausgleiches wahr:**

- JA
- NEIN

**6. Durch die ambulanten Vorstellungen bin ich in meiner Lebensqualität eingeschränkt:**

- JA
- NEIN

**7. Mein Wohnort liegt von der Klinik, an der meine ambulanten Kontrollen stattfinden, entfernt:**

- <50 km
- >50 und <100 km
- >100 und <150km
- >150 und <200 km
- >200 km (geschätzter Entfernungsangabe in km): \_\_\_\_\_

**8. Ich fahre mit folgenden Verkehrsmitteln zur ambulanten Kontrolle:  
(eine Auswahlmöglichkeit)**

Auto

Taxi

Zug

Andere öffentliche

Verkehrsmittel: \_\_\_\_\_

wenn öffentliche Verkehrsmittel benutzt werden, wie viel kostet das Ticket für einen  
Besuch an der Klinik?

EUR \_\_\_\_\_

## 7.3 Zufriedenheitsbefragung der teledermatologischen Studienteilnehmer

### 7.3.1 Übersicht über die Abfragen

#### Interaktion

- Die Handy-Betreuung ist besser als eine ambulante Betreuung an der Klinik
- Ich vertraue den Entscheidungen der Teledermatologin
- Etwaige gesundheitliche Probleme kann ich über mein Handy-Programm gut vermitteln
- Ich fühle mich durch die Handy-Betreuung gut aufgehoben
- Zusätzliche ambulante Kontrolluntersuchungen sind nicht notwendig
- Mit gefällt die Tatsache, dass ein Teledermatologe die Schwere meiner Akne beurteilt
- Mir gefällt die Tatsache, dass ein Teledermatologe meinen Therapieplan festlegt

#### Lebensqualität

- Durch die Handy-Betreuung erspare ich mir Zeit
- Durch die Handy-Betreuung erspare ich mir/meinen Eltern Geld
- Die Handy-Betreuung ermöglicht mir eine flexible ärztliche Versorgung
- Die Handy-Betreuung hilft mir Verantwortung für meine Erkrankung zu übernehmen
- Die Handy-Betreuung motiviert mich den Therapieplan genau einzuhalten

#### Usability

- Die Visiten sind unkompliziert aufgebaut
- Meine Handy-Grundkenntnisse sind ausreichend zur Durchführung der Visiten
- Die Software läuft stabil

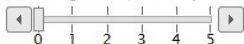
### 7.3.2 Auszug aus der Onlineabfrage

#### PatientInnenzufriedenheit

Fragebogen über die PatientInnenzufriedenheit

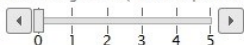
**DIE HANDY-BETREUUNG IST BESSER ALS EINE AMBULANTE BETREUUNG AN DER KLINIK**

Bewertung von 0 ("überhaupt nicht") bis 5 ("sehr richtig") (Pflichtfeld)



**ICH VERTRAUE DEN ENTSCHEIDUNGEN DES TELEDERMATOLOGEN**

Bewertung von 0 ("überhaupt nicht") bis 5 ("sehr richtig") (Pflichtfeld)



**ETWAIGE GESUNDHEITLICHE PROBLEME KANN ICH ÜBER MEIN HANDY-PROGRAMM GUT VERMITTELN**

Bewertung von 0 ("überhaupt nicht") bis 5 ("sehr richtig") (Pflichtfeld)

