

**Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie am Biederstein**

**Klinikum rechts der Isar**

**Technische Universität München**

**Anwendbarkeit und Nutzen eines  
teledermatologischen Verfahrens mittels  
Smartphone und mobiler Anwendungssoftware**

**ANTONIA COSIMA KOLBINGER**

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktors der Medizin (Dr. med.)**

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Prof. Dr. Jürgen Schlegel

Prüfer der Dissertation:

1. apl. Prof. Dr. Bernadette Eberlein

2. Prof. Dr. Tilo Biedermann

Die Dissertation wurde am 06.06.2016 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 04.01.2017 angenommen.

Meiner Familie in Dankbarkeit

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS.....</b>	<b>2</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>5</b>
<b>1 EINLEITUNG.....</b>	<b>6</b>
1.1 Stand der Wissenschaft und Technik.....	6
1.1.1 Telemedizin.....	6
1.1.1.1 Anwendung von Apps mit medizinischem Bezug.....	8
1.1.2 Teledermatologie.....	9
1.1.2.1 Anwendung von Apps mit dermatologischem Bezug.....	11
1.1.2.2 Bisherige Studienlage.....	11
<b>2 ZIELSETZUNG DER ARBEIT.....</b>	<b>13</b>
<b>3 MATERIAL &amp; METHODEN.....</b>	<b>14</b>
3.1 Material.....	14
3.1.1 Applikation.....	14
3.1.2 Kamera.....	16
3.1.3 Handyscope.....	17
3.2 Methoden.....	20
3.2.1 Studiendesign.....	20
3.2.1.1 Ablauf der klinischen Studie.....	20
3.2.2 Patientengut.....	24
3.2.3 Untersucher.....	24
3.2.4 Auswertung und Statistik.....	25
<b>4 ERGEBNISSE.....</b>	<b>26</b>
4.1 Patientenkollektiv.....	26
4.2 Datenauswertung ohne Anwendung des Handyscopes.....	27
4.2.1 Auflistung der gestellten Diagnosen.....	27

4.2.2	Vergleich der Übereinstimmung der gestellten Diagnosen und Differentialdiagnosen	31
4.2.3	Vergleich der subjektiven Diagnosesicherheit	33
4.2.4	Vergleich der empfohlenen diagnostischen Vorgehensweise	35
4.2.5	Vergleich der Diagnosegenauigkeit	37
4.2.6	Vergleich der Übereinstimmung der Therapieempfehlungen	39
4.2.7	Vergleich der Häufigkeit bezüglich der Verordnung rezeptpflichtiger Medikamente	43
4.2.8	Vergleich der Einschätzung bezüglich der Notwendigkeit einer persönlichen ärztlichen Vorstellung	43
4.3	Auswertung der Handyscope-Daten	45
4.3.1	Vergleich der Übereinstimmung der gestellten Diagnosen und Differentialdiagnosen	46
4.3.2	Vergleich der subjektiven Diagnosesicherheit	46
4.3.3	Vergleich der empfohlenen diagnostischen Vorgehensweise	47
4.3.4	Vergleich der Diagnosegenauigkeit	48
4.3.5	Häufigkeit der Empfehlung einer Therapie	49
4.3.6	Übereinstimmung der Therapieempfehlung	49
4.3.7	Vergleich der Einschätzung bezüglich der Notwendigkeit einer persönlichen ärztlichen Vorstellung	50
4.4	Fälle ohne Übereinstimmung	51
<b>5</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>57</b>
5.1	Patientenkollektiv	57
5.2	Bildersammlung und Bildqualität	58
5.3	Anamnestiche Angaben	61
5.4	Krankheitsbilder	62
5.5	Übereinstimmung der teledermatologischen Diagnosen mit den Diagnosen des Klinikers	63
5.6	Subjektive Diagnosesicherheit	67
5.7	Vergleich der Diagnosegenauigkeit	69
5.8	Vergleich der empfohlenen diagnostischen Vorgehensweise	71
5.9	Vergleich der Therapieempfehlung	71



5.10 Vergleich der Einschätzung bezgl. Notwendigkeit einer persönlichen Vorstellung .....	73
5.11 Fälle ohne Übereinstimmung.....	74
5.12 Limitierende Faktoren der Teledermatologie .....	77
<b>6 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>81</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>84</b>
<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>92</b>
<b>CURRICULUM VITAE .....</b>	<b>93</b>

## **ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

App	Applikation
AST	Antistreptolysintiter
BCC	Basalzellkarzinom
DIF	Direkte Immunfluoreszenz
DD	Differentialdiagnose
EEM	Erythema exsudativum multiforme
ED	Erstdiagnose
HV	Hautveränderung
LED	Licht-emittierende Diode
NZN	Nävuszellnävus
PUVA	Psoralene plus UVA
PLEVA	Pityriasis lichenoides et varioliformis acuta
RAST	Radio-Allergo-Sorbent-Test
SCC	Spinozelluläres Karzinom
TD	Teledermatologe
UV	Ultraviolett

# 1 EINLEITUNG

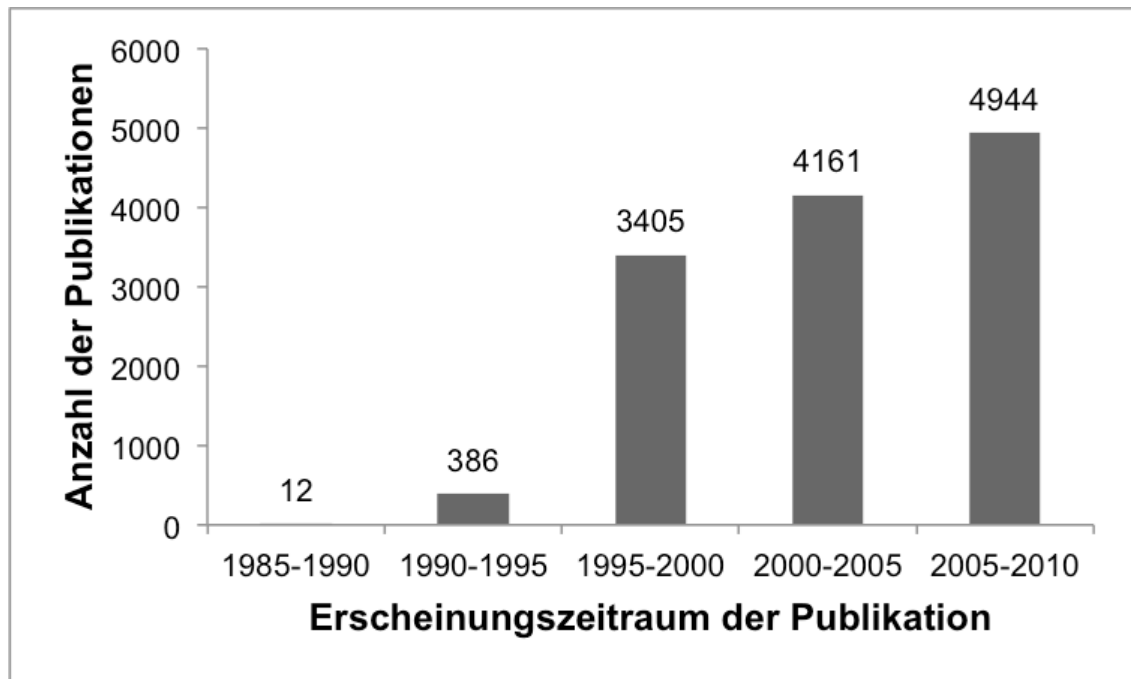
## 1.1 Stand der Wissenschaft und Technik

### 1.1.1 Telemedizin

Unter dem Begriff Telemedizin versteht man die elektronische Übertragung medizinischer Bild- und Textdaten eines Patienten zu einem Arzt. Mittels der Übertragung von Bilddateien, Texten und Befunden können so räumliche und zeitliche Differenzen zwischen dem Arzt (Telemediziner) und der weiteren Person wie beispielsweise einem Apotheker, Therapeuten, Konsil suchenden Mediziner oder dem Patienten selbst, überbrückt und Diagnosen und Therapien erarbeitet werden. So soll der Zugang zu medizinischer Versorgung beschleunigt, Diagnosen und Therapien optimiert werden, und Kosten im Gesundheitswesen gesenkt werden können.

Von besonderer Bedeutung ist die Telemedizin daher in ländlichen Regionen, und in Ländern mit niedrigem medizinischem Wissenstand, in denen eine medizinische Versorgung durch Fachärzte nicht flächendeckend gewährleistet ist. Weitere Anwendung findet die Telemedizin beispielsweise an Bord von Schiffen, Flugzeugen, sowie in Gefängnissen, in der Entwicklungshilfe (Schmid-Grendelmeier, Masenga et al. 2000) und in militärischen Einsatzgebieten.

Erste telemedizinische Verfahren fanden bereits in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts Anwendung, beispielsweise um die Vitalzeichen von Astronauten zu überwachen (Jutras 1959) (Kanthraj 2011). Allerdings gewann die Telemedizin erst in den letzten Jahrzehnten Dank des rasanten technischen Fortschritts (beispielhaft können hier die Steigerung der stationären und mobilen Internetdatenübertragungsraten, sowie die Erhöhung der fotografischen Auflösung von digitalen Kameras und Smartphones genannt werden) immer mehr an Bedeutung, was sich auch in den Zahlen der steigenden Publikationen aus den vergangenen Jahren niederschlägt (Abb.1).



**Abbildung 1: Anzahl an Publikationen von 1985 bis 2010 im Bereich der Telemedizin (Pubmed-Recherche, Suchbegriff „Telemedicine“).**

Dabei findet die Telemedizin vor allem in der Kardiologie (Jerant, Azari et al. 2001, Schwarz, Mion et al. 2008, Palombo, Mugnai et al. 2009), Dermatologie, Ophthalmologie (Murdoch, Bainbridge et al. 2000) (Jackson, Scott et al. 2008), Histopathologie, Radiologie (Rosenberg, Langner et al. 2011, Rosenberg, Kroos et al. 2013) und in der Versorgung chronischer Wunden (Wilkins, Lowery et al. 2007) seit den 90er Jahren zunehmende Anwendung.

Es wird unterschieden zwischen der so genannten *store-and-forward* Telemedizin und der *real-time* Technik. Bei beiden Methoden werden visuelle elektronische Daten übertragen. Bei der *store-and-forward* Technik kommt es zu keiner direkten Interaktion zwischen dem Telemediziner und der anfordernden Person, die Daten werden generiert, gespeichert und dem Telemediziner zugesandt, hierbei spielen zeitliche Differenzen, die es zu überbrücken gilt, keine Rolle. Die *real-time*-Variante der Telemedizin ist interaktiv und beinhaltet Videokonferenzen, sodass die Fragestellungen und Probleme *live* erörtert werden können. Dies erfordert natürlich das entsprechende technische Equipment, ist somit auch kostenintensiver und entbindet vom Vorteil der zeitlichen Flexibilität.

In Deutschland ist Voraussetzung für telemedizinische Leistungen stets, dass mindestens ein Arzt unmittelbar behandelt. Der behandelnde Arzt darf sich dann seinerseits von einem erfahrenen Kollegen über das Internet oder andere Kommunikationswege

beraten lassen. Zusätzlich untersagt §7 Abs. 4 der Musterberufsordnung der Ärzte (MBO-A) jede ärztliche Behandlung, sowie auch die Beratung, die ausschließlich über Print- und Kommunikationsmedien durchgeführt wird. Im Erstkontakt darf der Arzt allerdings zu allgemeinen Fragen des Patienten Stellung nehmen und Auskünfte, beispielsweise über Therapieverfahren und Behandlungsverlauf beantworten. Auch bei bereits bestehenden Arzt-Patienten-Verhältnissen sind fortführende Diagnose- und Therapiebesprechungen derzeit schon möglich. Das bedeutet ein telemedizinisches „follow-up“ durch den behandelnden Arzt, beispielsweise bei chronischen Erkrankungen ist erlaubt. Es existieren bereits Plattformen, wie „Patientus“ ([www.patientus.de](http://www.patientus.de)), „Arztkonsultationen.de“, oder „free-med“, die Online-Sprechstunden anbieten. Teilnehmen kann jeder deutsche approbierte Facharzt, der in seiner Praxis Sprechstunden anbietet. Bei „Patientus“ wird dabei eine mehrfach verschlüsselte Peer-to-Peer-Verbindung aufgebaut, die mehr Datensicherheit als eine übliche Chat-Verbindung gewährleisten soll (patientus 2014).

Es gibt allerdings auch online-Angebote, die das oben genannte Verbot umgehen, indem sie vom Ausland aus agieren. Ein Beispiel hierfür ist die 2011 auf den Markt gekommene virtuelle Arztpraxis DrEd. Sprechstunden und Diagnosestellung sind hier für den Patienten zunächst kostenfrei, erst durch die Behandlung, wie beispielsweise das Erstellen eines Rezepts fallen Kosten an (Krüger-Band 2015).

#### **1.1.1.1 Anwendung von Apps mit medizinischem Bezug**

Schon 2012 wurde die Anzahl an *Apps* mit medizinischem Kontext auf ca. 40.000 geschätzt. Das Meinungsforschungsinstitut Aris (Stand Februar 2015) fand im Auftrag des Digitalverbands Bitkom heraus, dass bereits 65 % aller deutschen Bundesbürger über 14 Jahren ein Smartphone nutzt (bitkom März 2015). Laut einer Online-Studie von ARD und ZDF nutzen wiederum 44 % der Deutschen *Apps* (Van Eimeren 2013)

Die Bandbreite der *Apps* mit medizinischem Kontext reicht dabei von einfachen *Apps*, die einen via Kurznachrichten an die Verwendung von Lichtschutzprodukten erinnern oder den aktuellen Pollenflug anzeigen, über *Apps*, die beim Nikotin- oder Alkoholentzug assistieren, bis zu anspruchsvolleren *Apps*, die das Therapiemanagement bei Diabetes mellitus oder anderen chronischen Erkrankungen erleichtern sollen. Zahlreiche *Apps* richten sich dabei nicht nur an Patienten und gewöhnliche Endverbraucher, sondern sind für Medizinstudenten und medizinisches Fachpersonal konzipiert. Eine Umfrage unter amerikanischen Medizinstudenten

und jungen Assistenzärzten konnte zeigen, dass über die Hälfte der Befragten täglich medizinische *Apps*, wie beispielsweise Arzneimitteldatenbanken, medizinische Taschenrechner oder Schwangerschaftsrechner, auf ihrem Smartphone nutzen (Waldmann and Weckbecker 2013).

### 1.1.2 Teledermatologie

Die Teledermatologie bezeichnet den elektronischen Datenaustausch zwischen einer Person, wie beispielsweise dem Patienten selbst und einem Hautarzt mit dem Ziel der Diagnosestellung, Therapieoptimierung, oder auch zur Verlaufskontrolle. Bei den Daten kann es sich dabei beispielsweise um Video- und Bildmaterial, Textdateien, histologische und dermatoskopische Befunde handeln. Die Teledermatologie ermöglicht es dadurch auch Medizinern anderer Fachgebiete, gerade Allgemeinmedizinern genauere Aussagen hinsichtlich Diagnose, Therapie und Prozedere zu treffen.

Da die Dermatologie ein vergleichsweise stark visuelles Fach ist und hierbei gerade der morphologische Aspekt einer Krankheit diagnostisch von besonderer Bedeutung ist, werden in diesem Fachbereich telemedizinische Techniken mit großem Enthusiasmus diskutiert. Tatsächlich konnte in bereits vorhandenen Forschungsvorhaben gezeigt werden, dass die Konsultierung eines Experten via einer telemedizinischen Einrichtung die Qualität der Versorgung verbessern kann und gegenüber der direkten Untersuchung durch einen Experten kaum abfällt (Nordal, Moseng et al. 2001, Lamel, Chambers et al. 2012). Teledermatologische Vorhaben können daher als Ergänzung zur klassischen Arzt-Patienten-Beziehung gesehen werden.

Dies gilt insbesondere für Deutschland, da hier der Klärungsbedarf an Haut- und Geschlechtskrankheiten sehr hoch ist. 2011 wurden alleine bei den gesetzlich Versicherten ca. 20 Millionen Fälle mit Haut- und Geschlechtskrankheiten therapiert. Darüber hinaus beträgt die durchschnittliche Wartezeit auf einen Termin beim Facharzt in Deutschland (nach einer vom BKK-Bundesverband 2011 in Auftrag gegebenen Erhebung) 24 Tage (BKK 2011). In der Folge suchen viele Patienten nach Alternativen oder Informationen, beispielsweise im Internet. Laut statistischem Bundesamt suchten 2011 63 % der Deutschen Internetnutzer online um ärztlichen Rat. Bei Google liegen die monatlichen Suchanfragen nach hautarzt- und hautkrankheitsbezogenen Diagnosen in Deutschland bei über 3 Millionen. Der Erkenntniswert für den Patienten in den angebotenen Gesundheitsforen, -blogs und Krankheitsglossare ist dabei fraglich bis gefährlich, handelt es sich doch meist um von Laien stammende Informationen. Auch besteht die Gefahr, dass der Informationssuchende aufgrund der Komplexität der Informationen zu Fehlinterpretationen gelangt, die ihrerseits weitere gesundheitliche Auswirkungen haben.

---

2010 gab es bereits in 38 % der Länder weltweit verschiedene Arten an teledermatologischen Verfahren, wobei hier überwiegend die reichen Länder der Welt vertreten waren (WHO 2010).

In Ländern wie Australien, Großbritannien, den USA und den Niederlanden (van der Heijden 2010) ist die Teledermatologie bereits Bestandteil des Gesundheits- und Versicherungswesens.

In den letzten Jahrzehnten kamen im Bereich der Teledermatologie verschiedene technische Geräte zur Aufnahme der Bilder zur Anwendung, einschließlich der ersten Digitalkameras mit eingebautem Blitz, über die teureren Camcorder für *real-time* teledermatologische Verfahren mit meist schlechterer Bildqualität, bis hin zu den aktuellen Smartphones mit eingebauter Digitalkamera. Bereits 2005 führten Braun et al. eine Studie über die Anwendbarkeit von Telemedizin für das Management chronischer Wunden durch. Hierbei wurde die erste Generation von Mobiltelefonen mit eingebauter Digitalkamera verwendet. Diese ersten Kameras hatten eine Auflösung 1,3 Megapixel (640x480 Pixel). Obwohl die Optik dieser Kameras nicht auf Nahaufnahmen ausgerichtet war, empfanden die Telemediziner diese Aufnahmen in 82 % der Fälle als ausreichend, um entsprechende Empfehlungen auszusprechen, die Bildqualität wurde in 59 % der Fälle als gut beurteilt (Braun, Vecchiotti et al. 2005). Massone et al. konnten ebenfalls 2005 diese Ergebnisse mit in Mobiltelefonen eingebauten Digitalkameras bestätigen (Massone, Lozzi et al. 2005). Die gleiche Arbeitsgruppe führte 2006 eine weitere Studie durch. Dabei richteten sie ihr Augenmerk auf pigmentierte Hauttumoren. Auch sie verwendeten Handys mit eingebauter Kamera. Diese hatte bereits eine Auflösung von 2 Megapixel (1632x1224 Pixel), eine Autofokus-Funktion und einen Makromodus. Es wurden insgesamt vier Aufnahmen der Hautveränderungen angefertigt, davon eine mit 8-facher Vergrößerung und eine mit polarisierter Lichtquelle für eine dermatoskopische Aufnahme. Mittels dieser Technik konnten in 95 % der Fälle korrekte teledermatologische Diagnosen gestellt werden. Aufgrund der verbesserten Technik (Autofokus-Funktion und höhere Auflösung) konnte die Bildqualität im Vergleich zu früheren Studien stark gesteigert werden.

### 1.1.2.1 Anwendung von Apps mit dermatologischem Bezug

Bereits 2012 waren knapp 80 Smartphone *Apps* zum Thema Dermatologie auf dem Markt (Hamilton and Brady 2012). Die meisten davon dienen lediglich dazu Informationen und Daten zu Hautkrankheiten zu liefern. Weitere *Apps* dienen dem Monitoring chronischer Hauterkrankungen, der Berechnung von Scores zur Bestimmung der Krankheitsaktivität (z.B. PASI, Psoriasis Area and Severity Index), aber auch der Diagnosefindung, wie beispielsweise der Unterscheidung zwischen benignen und malignen Hauttumoren. Allerdings wurden nur bei etwa einem Drittel der *Apps* mit dermatologischem Bezug explizit Namen von Dermatologen oder anderen Experten genannt, mit denen zusammengearbeitet wurde. Eine einheitliche Qualitätskontrolle der angebotenen *Apps* existiert bisher nicht.

### 1.1.2.2 Bisherige Studienlage

In zahlreichen bisherigen Studien wurde die Interobserverübereinstimmung hinsichtlich der Diagnose zwischen Klinikern mit persönlichem Patientenkontakt und Teledermatologen (TD) untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, dass sowohl unter Anwendung von *store-and-forward* teledermatologischer Verfahren, als auch unter Verwendung von *real-time* Verfahren vergleichbar verlässliche Diagnosen gestellt wurden wie bei konventionellen Arztbesuchen. Levin et al. kamen in ihrer Literaturrecherche auf eine Diagnoseübereinstimmung zwischen Teledermatologen und Klinikern von 41-94 % (durchschnittlich 69 %) und zwischen Klinikern von 54-94 % (durchschnittlich 76 %) (Levin and Warshaw 2009).

Es wurde auch versucht die Richtigkeit der von den verschiedenen Untersuchern gestellten Diagnosen zu überprüfen und somit die Qualität der Diagnosen zwischen Teledermatologen und Klinikern zu überprüfen. In den genannten Studien wurden hierfür entweder histopathologische Befunde oder vergleichbare standardisierte Diagnostika als Goldstandard, beziehungsweise Referenz herangezogen. Es zeigte sich in vier Studien eine vergleichbare Genauigkeit der gestellten Diagnosen (Krupinski, LeSueur et al. 1999, Whited, Hall et al. 1999)( (Moreno-Ramirez, Ferrandiz et al. 2005, Oakley, Reeves et al. 2006), während eine weitere Studie sogar eine höhere Diagnoserichtigkeit unter den Teledermatologen zeigte (Lozzi, Soyer et al. 2007), eine andere Studie eine signifikant schlechtere Genauigkeit der teledermatologisch gestellten Diagnosen feststellte (Warshaw, Lederle et al. 2009).



Diverse Studien untersuchten ebenfalls bereits die Übereinstimmung zwischen Teledermatologen und Kliniker bezüglich des weiteren Procedere und des diagnostischen und therapeutischen Managements des Patienten untersucht. Die verschiedenen Studien kamen dabei zu unterschiedlichen Ergebnissen.

In einer Studie konnte gezeigt werden, dass das weitere Therapiemanagement zwischen dem untersuchenden Dermatologen und dem Teledermatologen in 90 % der Fälle übereinstimmte (Zelickson and Homan 1997). In einer anderen Studie stimmten die Teledermatologen mit den klinischen Untersuchern in 55 % der Fälle bezüglich des weiteren Patientenmanagement überein, während es unter den klinischen Untersuchern untereinander zu einer Übereinstimmung von 84 % kam (Bowns, Collins et al. 2006).

Bezüglich der Empfehlungen zu weiteren diagnostischen Maßnahmen, zu denen auch die Entscheidung zu einer Biopsie gehört, zeigte sich keine ausreichende Übereinstimmung. Eine statistisch signifikante Übereinstimmung zwischen Teledermatologe und Kliniker bezüglich der Einschätzung einer Notwendigkeit eines physischen Arztbesuches konnten dagegen Moreno-Ramirez et al. zeigen (Moreno-Ramirez, Ferrandiz et al. 2007).

Betrachtet man nun noch Studien, in denen nur interaktive *real-time* teledermatologische Verfahren angewandt wurden, so erreicht man eine Übereinstimmung zwischen Teledermatologe und Kliniker hinsichtlich des weiteren Procedere von 64 % (Loane, Gore et al. 1998) bis 75 % (Edison, Ward et al. 2008).

Auch wurde bereits in zahlreichen Studien untersucht, ob ein persönlicher Arztbesuch mittels *store-and-forward* Technologie vermieden werden konnte, beziehungsweise hätte vermieden werden können (Whited, 2011, Summary of the status of Teledermatology Research). Dabei zeigte sich eine große Bandbreite zwischen den verschiedenen Autoren, die von 13 % der Fälle (Mahendran, Goodfield et al. 2005) bis zu 71 % der Fälle (van der Heijden 2010) reichte, in denen eine persönliche dermatologische Begutachtung des Patienten hätte vermieden werden können.

Weiterhin wurde untersucht wie zufrieden die Patienten mit den teledermatologischen Verfahren waren im Vergleich zur persönlichen ärztlichen Konsultation. In einer Studie von Collins et al. bevorzugten 38 % der Patienten den persönlichen Arzt-Patienten-Kontakt, 32 % der Patienten bevorzugten das telemedizinische Verfahren, 30 % waren sich unsicher (Collins, Walters et al. 2004). In einer anderen Studie aus dem gleichen Jahr entschieden sich 41,5 % der Patienten für eine teledermatologische Beratung, 36,5 % befürworteten die persönliche ärztliche Konsultation und 22 % waren diesbezüglich neutral (Whited, Hall et al. 2004). Es scheint sich also unter den Patienten keine klare Präferenz für oder gegen teledermatologische Verfahren zu zeigen.

## 2 ZIELSETZUNG DER ARBEIT

Da bei fernmedizinischen Verfahren im Vergleich zum physischen Arztbesuch stets ein potentiell höheres Risiko einer Fehldiagnose besteht, gilt es heraus zu finden wo die Grenzen teledermatologischer Verfahren liegen und welche geeigneten Anwendungsgebiete bestehen.

Ziel der Arbeit war es die Erfolgsfaktoren einer speziell konfigurierten teledermatologischen *App* herauszufinden und die diagnostische Übereinstimmung im Vergleich zur traditionellen physischen Untersuchung beim Dermatologen vor Ort zu evaluieren. Hierbei sollte die diagnostische und differentialdiagnostische Übereinstimmung auf Basis von digitalen bild- und textbasierten Patientendaten gefunden werden und untersucht werden, ob eine ausreichende Übereinstimmung zwischen konventionellem Patientenbesuch und teledermatologischer Blickdiagnose existiert. Ebenso sollte die Übereinstimmung der therapeutischen Empfehlungen untersucht werden und überprüft werden wie häufig eine persönlicher Arzt-Patienten-Kontakt nach Ansicht der Mediziner hätte vermieden werden können. Dabei wurde, die physische Diagnose und die digitalbasierte Diagnose von zwei unabhängigen Untersuchern gestellt. In der Studie wurden 195 Fälle untersucht.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es

- zu untersuchen, ob die mittels der App vom Patienten zur Verfügung gestellten Bild- und Anamnesedaten ausreichen, um eine Diagnose zu stellen und Therapieempfehlung zu geben.
- zu bestimmen, wie häufig die vom Teledermatologen und Kliniker gestellten Diagnosen und Differentialdiagnosen übereinstimmen.
- zu bestimmen, wie häufig die vom Teledermatologen und Kliniker empfohlenen Therapiemaßnahmen übereinstimmen.
- zu analysieren, inwieweit und in welchen Fällen aufgrund des teledermatologischen Verfahrens nach Einschätzung der Mediziner ein Besuch nicht erforderlich gewesen wäre.
- die Sicherheit der beiden Untersucher bei der Diagnosestellung, basierend auf der subjektiven Einschätzung, zu vergleichen.
- sofern eine histopathologische Diagnostik eingeleitet wurde, die Diagnosegenauigkeit von Teledermatologe und Kliniker miteinander zu vergleichen.

---

## 3 MATERIAL & METHODEN

### 3.1 Material

#### 3.1.1 Applikation

Die verwendete mobile Anwendungssoftware (Applikation), kurz *App*, wurde von der Firma Goderma (Berlin, Deutschland) bereitgestellt. Die Hautveränderung wurde seitens des Klinikers eingeteilt in die Kategorie „Leberfleck“, „Hautausschlag“ oder „Andere“.

Im zweiten Schritt mussten vom Patienten, je nach Kategorie, folgende Fragen beantwortet werden, wobei die Antwortmöglichkeiten in den runden Klammern vorgegeben waren:

#### **Kategorie Hautausschlag/„andere Hautprobleme“**

Geschlecht (männlich, weiblich)

Betroffene(s) Körperteil(e) [Freitext]

Alter [Freitext]

Beschreibung des Hautproblems (juckend, schmerzhaft, wiederkehrend)

Dauer seit Bestehen des Problems (seit kurzem, seit Monaten, ich weiß es nicht)

Haben Sie Begleiterscheinungen? (Fieber, Unwohlsein, Erschöpfung)

Bestehen andere Erkrankungen? (Bluthochdruck, Zuckerkrankheit, Krebserkrankung, Andere)

Haben Sie Allergien? (Pollen, Tierhaare, Nahrungsmittel, Medikamentenallergien, Nickel oder andere Materialien, Andere)

Haben Sie in letzter Zeit ein neues Medikament eingenommen? (wenn ja, welches? [Freitext])

Vorheriger Arztbesuch? [Freitext]

**Kategorie Leberfleck/Hauttumor**

Geschlecht (männlich, weiblich)

Betroffene(s) Körperteil(e) [Freitext]

Alter [Freitext]

Beschreibung des Hautproblems (ragt hervor, schmerzt, juckt, krustig, blutet manchmal, nichts zutreffend)

Dauer seit Bestehen des Problems (seit kurzem, seit Monaten, seit der Kindheit, ich weiß es nicht)

Kürzliche Veränderung (ja, nein)

Größe des Leberflecks [Freitext]

Vorheriger Arztbesuch [Freitext]

Im dritten Schritt wurden mithilfe der unten genannten Kamera zwei Fotos aufgenommen, wobei es sich idealerweise um eine Nahaufnahme der zu diagnostizierenden Läsion und ein Übersichtsbild handelte.

Die anamnestisch erhobenen Daten wurden daraufhin gemeinsam mit den beiden Bilddateien anonymisiert an den Teledermatologen weitergeleitet. Um später die eindeutige Zuordnung der Fälle zu gewährleisten, wurde sowohl dem Kliniker (mittels *App*), als auch dem Teledermatologen (mittels eines elektronischen Portals der Firma Goderma) für jeden einzelnen Fall eine Fallnummer zugesandt.

Erfolgte die Anwendung des Handyscopes, so wurde eine Übersichtsaufnahme mit der üblichen Digitalkamera des iPhone 4s (Apple, Cupertino Kalifornien, USA) und eine Nahaufnahme mittels Handyscope (FotoFinder, Bad Birnbach, Deutschland) aufgenommen.

### 3.1.2 Kamera

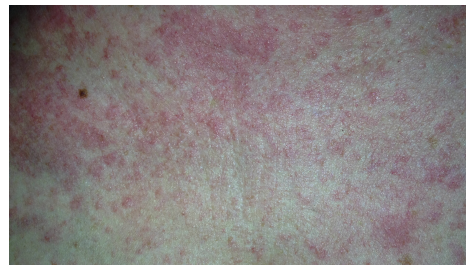
Bei der im Rahmen unserer Studie verwendeten Kamera handelt es sich um die in das iPhone 4s von Apple (Cupertino, Kalifornien, USA) integrierte Digitalkamera mit einer Auflösung von 8 Megapixel (3264 x 2448 Pixel). Bei dem Sensor handelt es sich um einen „Backlight Illuminated Sensor“ (BIS) von Omnivision, dessen Lichtrezeptoren im Unterschied zu herkömmlichen Handy-Fotosensoren direkt hinter der Linse angebracht sind. Das Licht einer Aufnahme wird nicht mehr von Leiterbahnen behindert, sondern gelangt ohne Umwege auf den Sensor. Dadurch ist die Lichtausbeute der Aufnahmen sehr hoch. Selbst bei schlechten Lichtverhältnissen müssen die Aufnahmen kaum elektronisch verstärkt werden und weisen dementsprechend weniger Bildrauschen auf. Zudem verfügt die Kamera über einen LED-Blitz. Das Objektiv besteht aus fünf Linsen und hat eine Brennweite von 4,28 Millimetern, was einer kleinbildäquivalenten Brennweite von 35 Millimetern entspricht, sodass Aufnahmen vor allem auch bei schlechten Lichtverhältnissen noch heller werden. Die Kombination aus höherer Brennweite bei größerer Blende verspricht eine bessere Tiefenschärfe und scharfe Fotos auch bei schwachem Umgebungslicht.

Zwischen Linse und Sensor ist eine dünne Folie angebracht, die Infrarotstrahlen filtert. Diese für das menschliche Auge unsichtbare Lichtstrahlung wird von den Sensoren einer Kamera mit aufgezeichnet und beeinflusst die Farbtiefe und Schärfe von Fotos. Mithilfe des Infrarot-Filters sollen diese Effekte mit dem Filter minimiert und dadurch präzisere und einheitlichere Farben abgebildet werden (Seeger 2011).

Anbei finden sich beispielhaft einige der Bilddateien.



a)



b)



c)



d)

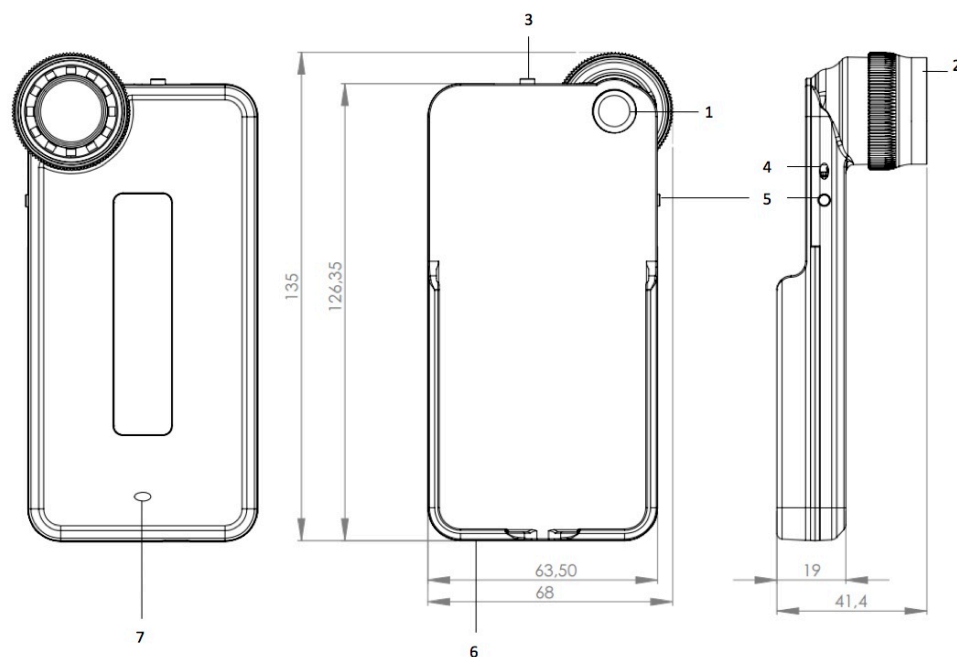
**Abbildung 2 a-d: Auswahl an Bildern, aufgenommen mit der in das iPhone 4s integrierten Digitalkamera.**

- a) Übersichtsaufnahme einer polymorphen Lichtdermatose
- b) Detailaufnahme der o. g. Hautveränderung
- c) Übersichtsaufnahme einer Psoriasis vulgaris
- d) Detailaufnahme der Psoriasis

### 3.1.3 Handyscope

Bei dem Handyscope, einem Medizinprodukt, handelt es sich um ein optisches System der Firma FotoFinder® (Bad Birnbach, Deutschland), das auf Smartphones aufgesetzt werden kann und damit das Smartphone um Funktionen eines Dermatoskops erweitert. Verwendung finden Dermatoskope überwiegend bei der klinischen Diagnostik von pigmentierten und nicht-pigmentierten Läsionen der Haut zur weiteren Differenzierung zwischen malignen und benignen Hautveränderungen.

Das Handyscope beinhaltet ein komplexes Linsensystem, das eine bis zu 20-fache Vergrößerung der Aufnahme und eine ausgeprägte Bildhelligkeit direkt an die Kamera des oben beschriebenen Apple-Geräts liefert. Die Form der Optik garantiert eine stets gleichbleibende Entfernung zur Haut und scharfe Bilder in hoher Qualität. Dabei können die Aufnahmen mit und ohne Kontakt zur Läsion generiert werden. Ohne den Glaskontakt zur Haut können so erhabene Läsionen und Gefäße optimal ohne Kompression aufgenommen und beurteilt werden. Mit dem so genannten „TwinLight“ System mit sechs polarisierten und sechs nicht-polarisierten LEDs kombiniert das Handyscope die Vorteile der polarisierten Dermatoskopie mit denen der Immersion (FotoFinder 2010).



- 1 Linse
- 2 Tubus mit Glaskontaktscheibe
- 3 Schiebeschalter I/O
- 4 Statusanzeige LED Lichtmodus: polarisiertes Licht (orange) oder normales Licht (grün)
- 5 Druckschalter
- 6 Ladestecker Micro - USB
- 7 Statusanzeige Akkuladestatus: Ladeindikation, Kapazität 25% (orange) oder Maximalladung, Kapazität 100% (blau)

**Abbildung 3: Schematische Zeichnung des Handyscopes. © FotoFinder 2013**



Abbildung 4: Aufnahme des verwendeten iPhone 4s mit Handyscope



a)



b)

Abbildung 5: a-b Handyscope-Aufnahmen

- a) Übersichtsaufnahme eines Nävuszellnävus, aufgenommen mit der in das iPhone 4s integrierten Digitalkamera
- b) Nahaufnahme mittels Handyscope



## 3.2 Methoden

### 3.2.1 Studiendesign

#### 3.2.1.1 Ablauf der klinischen Studie

Patienten, die sich für einen ambulanten Besuch der Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie am Biederstein des Klinikums Rechts der Isar (TU München) entschieden haben, wurden auf Basis deren Eignung für eine Bilddiagnose vom verantwortlichen Arzt selektiert und befragt, ob sie an der Studie teilnehmen möchten. Der Ablauf erfolgte in fünf Schritten:

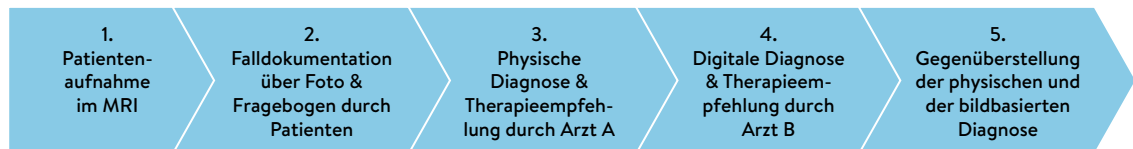
1. Patientenaufnahme: Der Patient wurde in der Klinik aufgenommen und erklärte sich bereit an der Studie teilzunehmen. Selektionskriterien waren dabei die Sichtbarkeit der Hautveränderung, neben dem ausdrücklichen und schriftlichen Einverständnis eines einwilligungsfähigen Patienten, zudem sollte die Hauterkrankung noch nicht vordiagnostiziert worden sein.
2. Dokumentation der sichtbaren Hauterkrankung durch den Kliniker mittels der Kamera eines Smartphones (iPhone 4s) und Beantwortung der dazu in der App gestellten Fragen zur Anamnese. Die entsprechenden Daten zur Vorgeschichte und das Bildmaterial wurden daraufhin unter Einhaltung der Datenschutzrichtlinien abgespeichert und anonymisiert, mit einer individuellen Fallnummer versehen und an den Teledermatologen weitergeleitet.
3. Physische Untersuchung durch Arzt A: Im Anschluss wurde der Patient von einem Dermatologen physisch untersucht und eine Diagnose, sowie Therapieempfehlung erteilt und der Antwortbogen (siehe Abb. 7) durch den Kliniker ausgefüllt. Der Kliniker sollte daraufhin, sofern möglich, auf Grundlage der Anamnese und körperlichen Untersuchung eine (Verdachts-)Diagnose stellen, ggf. weitere Differentialdiagnosen angeben, sich zu der empfohlenen Diagnostik äußern, die Therapie festlegen, und seine subjektive Einschätzung zur Sicherheit der Diagnose auf einer Skala von 0-5 (0= komplett unsicher, 5= absolut sicher) abgeben. Wurde bei der Diagnosestellung eine ärztliche Zweitmeinung eingeholt, so musste dies dokumentiert werden. Zudem musste eingeschätzt werden, ob eine persönliche Vorstellung des Patienten nötig gewesen wäre, und wenn ja, ob zur Therapie und/oder Diagnostik und in welchem zeitlichen Rahmen.

4. Digitale Begutachtung durch Arzt B (Teledermatologe): Ein zweiter Arzt, der Teledermatologe, begutachtete die unter Punkt 2 dokumentierten Bilddaten und anamnestischen Angaben und füllte ebenfalls den in Abbildung 7 dargestellten Antwortbogen aus.
5. Anschließend wurde die Übereinstimmung der gestellten Diagnosen und Differentialdiagnosen betrachtet, ebenso wie Übereinstimmungen in den empfohlenen diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen, sowie die subjektiv eingeschätzte Diagnosesicherheit gegenübergestellt.

Es wurde weiterhin überprüft wie häufig von den jeweiligen Parteien eine physische Vorstellung des Patienten für notwendig gehalten wurde, und aus welchen Gründen und in welchem zeitlichen Rahmen diese erfolgen sollte.

War eine Biopsie der zu befundenden Hautveränderung erfolgt, so wurde nachträglich zur Erhebung der Diagnosegenauigkeit die Korrelation des histopathologischen Befundes mit den jeweils vom Teledermatologen und Kliniker gestellten Diagnosen überprüft.

Die folgende Illustration stellt das Studiendesign graphisch dar.



**Abbildung 6: Prozessuale Darstellung des Studiendesigns**

**Antwortbogen zur Studie**

Nutzen und Anwendbarkeit eines teledermatologischen Verfahrens

Fallnummer: .....

Patientenetikett

**Diagnose:**

nicht möglich, Grund: .....

.....

möglich, nämlich:.....

.....

Differentialdiagnose:.....

.....

**Diagnostik:**

nein

ja, nämlich .....

**Therapieempfehlung:**

keine

ja, nämlich: .....

.....

.....

rezeptpflichtig

nicht möglich, Grund: .....

**Antwortbogen zur Studie**  
Nutzen und Anwendbarkeit eines teledermatologischen Verfahrens

**Fallnummer:** ..... Patientenetikett

**Zweite Meinung von einem weiteren Arzt eingeholt?**

nein

ja, Fachbereich .....  
Position .....

**Sicherheit in der Diagnosestellung (bitte einkreisen):**

0	1	2	3	4	5
komplett unsicher	sehr unsicher	unsicher	sicher	sehr sicher	absolut sicher*

\* (eindeutige Festlegung der Verdachtsdiagnose möglich)

**Physische Untersuchung zwingend nötig?**

nein

ja, zur Diagnostik

ja, zur Therapie

**Wenn ja, in welchem zeitlichen Rahmen?**

Zeitnah

Im weiteren Verlauf

Kommentar (optional):  
.....  
.....  
.....

2

Abbildung 7: Seite 1 und 2 des seitens des Teledermatologen und des Klinikers auszufüllenden Antwortbogens.

### **3.2.2 Patientengut**

In die Studie eingeschlossen wurden erwachsene, einwilligungsfähige Patienten mit sichtbaren Haut- oder Geschlechtskrankungen, sowie Kinder, deren Eltern nach Aufklärung mit der Studienteilnahme einverstanden waren. Bei den Patienten handelte es sich sowohl um Kassen- als auch Privatpatienten, wobei die Privatversicherten überwogen, da viele Patienten aus der Privatambulanz rekrutiert wurden. Patienten, bei denen die Diagnose der Hauterkrankungen bereits bei Vorstellung bekannt war, wurden nicht eingeschlossen, um dem Kliniker bei der Diagnosestellung und –Sicherheit keinen Vorteil zu verschaffen. Es bestanden darüber hinaus keine Einschränkungen bezüglich Alter oder Geschlecht der Patienten, oder bezüglich der Art der Läsionen. Der Großteil der Patienten stimmte auf Anfrage bereitwillig zu und zeigte sich überwiegend offen im Umgang mit dem medizinisch-technischen Fortschritt.

Die Aufnahmen erfolgten erst nach Aufklärung über Hintergrund der Studie und Verwendung des Bildmaterials, eine schriftliche Einverständniserklärung musste von jedem Probanden unterzeichnet werden. Die prospektive anonymisierte Sammlung von Patientendaten wurde von der Ethikkommission des Klinikums Rechts der Isar, TU München, genehmigt.

Innerhalb der Studie wurden insgesamt 195 Patientenfälle untersucht. Bei 26 Patienten kam das Handyscope zur Anwendung, das heißt bei 169 Patienten erfolgte keine Aufnahme mittels Handyscope.

Da es sich bei Anwendung des Handyscopes um eine Änderung der Methodik handelt, erfolgt die Auswertung der Daten bei dieser Untergruppe getrennt.

### **3.2.3 Untersucher**

Bei den klinischen Untersuchern handelte es sich um fünf verschiedene Assistenzärzte und -ärztinnen, die sich zum Zeitpunkt der Studie in den letzten beiden Jahren ihrer Facharztausbildung zum Dermatologen befanden.

Die teledermatologische Auswertung erfolgte durch eine erfahrene Oberärztin der Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie am Biederstein des Klinikums Rechts der Isar (TU München).

### **3.2.4 Auswertung und Statistik**

Die Daten der Antwortbögen von Teledermatologen und Klinikern wurden mittels der vergebenen Kennziffern einander zugeordnet und in einer Excel-Tabelle gegenübergestellt.

Die gesamte Auswertung wurde mit den Programmen SPSS Statistics 22 (Version 22) und Microsoft Excel (2011) erstellt.

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 Patientenkollektiv

In den Jahren 2013 und 2014 wurden insgesamt 195 Patienten an der Klinik für Dermatologie und Allergologie am Biederstein in die Studie eingeschlossen und sowohl von einem Kliniker (Assistenzarzt oder Assistenzärztin), als auch teledermatologisch von einer Oberärztin begutachtet. 40,5 % der Patienten waren Frauen, 59,5 % der Patienten waren männlichen Geschlechts (Tab. 1). Das Alter der Patienten bewegte sich zwischen einem Jahr und 89 Jahren. Das Durchschnittsalter lag bei 50,6 Jahren. Die Anzahl an Kindern unter 18 Jahren lag bei 13. Die genaue Altersverteilung der Patienten zeigt Abbildung 8.

	Häufigkeit	Prozent
Frauen	79	40,5
Männer	116	59,5
Gesamtsumme	195	100

Tabelle 1: Geschlechterverteilung des Patientenkollektivs

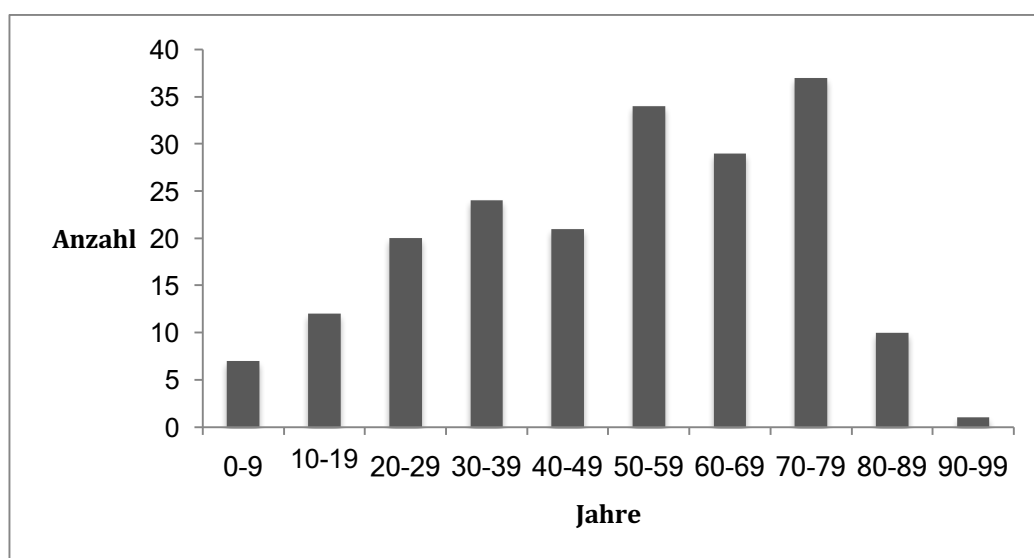


Abbildung 8: Altersverteilung des Patientenkollektivs

## 4.2 Datenauswertung ohne Anwendung des Handscopes

### 4.2.1 Auflistung der gestellten Diagnosen

Die am häufigsten gestellten Diagnosen des Klinikern waren dabei ekzematöse Hauterkrankungen mit den verschiedenen Untergruppen (inklusive Analekzem, Kontaktdermatitis und Neurodermitis) mit insgesamt 28 Fällen (16,6 %), gefolgt vom so genannten „hellen Hautkrebs“ (Basalzellkarzinom, spinözelluläres Karzinom) und seinen meist lichtinduzierten Vorstufen (aktinische Keratose, Cheilitis actinica, Keratoakanthom, Cornu cutaneum, Morbus Bowen) mit insgesamt 26 Fällen (15,4 %), gefolgt von durch Bakterien oder Pilze ausgelösten Dermatosen (Abszess, Erythrasma, Follikulitis, Impetigo contagiosa, Erythema chronicum migrans, Onychomykose, Tinea) mit 21 Fällen (12,4 %), Erkrankungen aus dem akneiformen Formenkreis (Akne vulgaris, Akne inversa, Akne papulopustulosa, periorale Dermatitis, Rosacea, Riesenkomedo) mit 12 Fällen (7,1 %), und pigmentierte Hautveränderungen (Nävuszellnävus, Lentigo benigna, Café-au-lait-Fleck) mit 11 Fällen (6,5 %). Die Auflistung der gestellten Diagnosen findet sich in Tabelle 2.

Diagnose	Häufigkeit Kliniker	Häufigkeit TD
Abszess	3	4
Akne inversa	1	1
Akne papulopustulosa	1	0
Akne vulgaris	2	2
Aktinische Keratose	8	4
Alopecia androgenetica	1	1
Alopecia areata	1	1
Analekzem	1	0
Aphthe	0	2
Atherom	2	3
Balanitis plasmacellularis Zoon	1	1



Basalzellkarzinom	8	14
Brandblase	1	0
Cafè-au-lait-Fleck	1	0
Cheilitis actinica	1	0
Cimikosis	1	0
Cornu cutaneum	1	1
Demodex-Folikulitis	2	0
Dermatitis, periorale	2	2
Dermatofibrom	1	2
Druckblase	1	1
Ekzem, folliculär	1	0
Ekzem, Hand	7	6
Ekzem, nicht näher bez.	7	12
Ekzem, nummulär	4	5
Ekzem, prurigoform	1	1
Ekzem, superinfiziert	0	2
Erysipel	0	1
Erythema chronicum migrans	1	0
EEM	1	0
Erythrasma	1	0
Erythrosis interfollicularis colli	1	1
Exanthem, arzneimittelinduziert	1	3
Exanthem, urtikariell	1	1
Fibrom	1	0
Folikulitis	2	4

Fremdkörpergranulom	1	0
Hamartom	1	1
Hämorrhagie	0	1
Herpes simplex	4	3
Hyperhidrosis pedum	1	1
Iktusreaktion	1	1
Impetigo contagiosa	3	1
Intertrigo	2	2
Kälte-Pannikulitis	1	0
Keratoakanthom	4	2
Kontaktdermatitis	4	3
Lentigo benigna	1	0
Lentigo maligna	0	1
Lichen ruber	0	1
Lichen ruber der Nägel	2	1
Lichen ruber mucosae	1	0
Lichen vidal	0	1
Lipom	1	1
Melanom, malignes	0	1
Morbus Bowen	2	2
Morbus Grover	1	0
Nagelpsoriasis	1	0
Nagelveränderung, benigne	1	1
Nävus, dermaler	0	1
Nävuszellnävus	9	10

Neurodermitis	3	3
Onychomykose	4	4
Papillomatosis confluens et reticularis	0	1
Pemphigoid, bullöses	0	1
Pemphigus	2	0
Peniskarzinom	0	1
Pityriasis rosea	4	2
Polymorphe Lichtdermatose	1	1
Prurigo nodularis	2	2
Prurigo simplex	0	1
Psoriasis palmoplantaris pustulosa	1	2
Psoriasis vulgaris	2	3
Riesenkomedo	1	0
Rosacea	3	5
Scabies	2	0
Sebstase	1	1
Spinozelluläres Karzinom	2	3
Tinea capitis	1	1
Tinea corporis	1	1
Tinea faciei	2	0
Tinea manum	1	0
Tinea pedis	2	2
Toxische Dermatitis	1	1
Unguis incarnatus	0	1
Urtikaria, akute	2	2

Vasculitis allergica	1	1
Vaskulitis, leukozytoklastische	1	0
Verruca seborrhoica	8	5
Verruca vulgaris	7	6
Zoster ophthalmicus	1	1
Zoster thorakalis	3	2

**Tabelle 2: Auflistung der gestellten Erstdiagnosen**

#### **4.2.2 Vergleich der Übereinstimmung der gestellten Diagnosen und Differentialdiagnosen**

In 168 von 169 Fällen (99,4 %) konnte seitens des Teledermatologen eine Diagnose gestellt werden, lediglich in einem Fall (0,6 %) war die Bildqualität zu schlecht und das Bild zu unscharf, um eine Diagnose stellen zu können. In 99 Fällen (58,9 %) stimmte die vom Kliniker gestellte Diagnose exakt mit der des Teledermatologen überein. In 54 Fällen (32,1 %) stimmten die Differentialdiagnose überein, sofern welche gestellt wurden. Stimmten die Erstdiagnosen nicht überein, so gab es doch eine Übereinstimmung bei den Differentialdiagnosen in 42 Fällen (25 %). Das heißt bei 27 Fällen (16,1 %) stimmten weder Erst-, noch Differentialdiagnose überein und bei 141 Fällen (83,9 %) stimmten Erstdiagnose und/oder die Differentialdiagnose überein (Tab. 3 - 6).

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent
Gültig	keine Übereinstimmung	69	40,8	41,1
	Übereinstimmung	99	58,6	58,9
	Gesamtsumme	168	99,4	100
Fehlend	keine Diagnose gestellt (seitens TD)	1	0,6	
Gesamtsumme		169	100	

**Tabelle 3: Übereinstimmung der Diagnosen (exklusive Handyscope-Daten)**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozent
Gültig	keine Übereinstimmung	115	67,9	67,9
	Übereinstimmung	54	32,1	32,1
Gesamtsumme		168	100	100

**Tabelle 4: Übereinstimmung der Differentialdiagnosen (exklusive Handyscope-Daten)**

		Übereinstimmung der Differentialdiagnosen		Gesamtsumme
		nein	ja	
Übereinstimmung der Erstdiagnosen	nein	27	42	69
	ja	87	12	99
Gesamtsumme		114	54	168

**Tabelle 5: Kreuztabelle Diagnosen und Differentialdiagnosen (exklusive Handyscope-Daten)**

Erstdiagnose (ED) übereinstimmend		Differentialdiagnose (DD) übereinstimmend		Übereinstimmung in ED und/oder DD		keinerlei Übereinstimmung	
Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
99	58,9	54	32,1	141	83,9	27	16,1

**Tabelle 6: Tabellarische Darstellung der Diagnoseübereinstimmung**

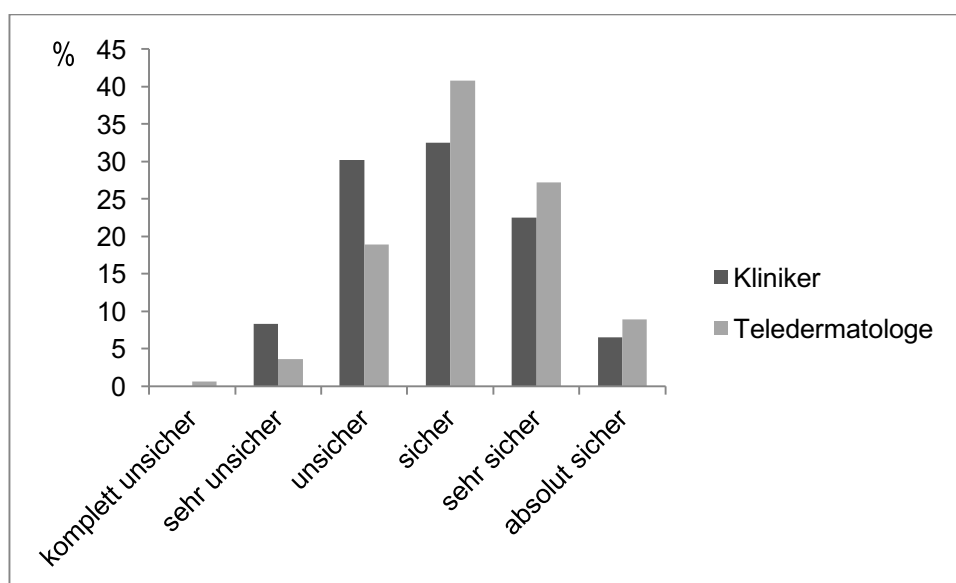
### 4.2.3 Vergleich der subjektiven Diagnosesicherheit

Beide Ärzte sollten anhand einer Skala von 0 bis 5 die Sicherheit ihrer Diagnosestellung angeben (0= komplett unsicher, 5= absolut sicher). In Abbildung 9 sieht man die Verteilung der Angaben auf der Punkteskala.

Bei insgesamt 65 Patienten (38,5 %) gab der Kliniker an komplett unsicher bis unsicher zu sein, der Teledermatologe dagegen war sich lediglich bei 39 Patienten (23,1 %) komplett unsicher bis unsicher. Beim Kliniker wurde ein Gesamtdurchschnitt von 2,88 erreicht, mit einer Standardabweichung von 1,05. Beim Teledermatologen lag der Durchschnitt bei 3,17 mit einer Standardabweichung von 0,99.

	<b>Kliniker</b>	<b>Teledermatologe</b>
komplett unsicher	0	0,6
sehr unsicher	8,3	3,6
unsicher	30,2	18,9
sicher	32,5	40,8
sehr sicher	22,5	27,2
absolut sicher	6,5	8,9

**Tabelle 7: Subjektive Einschätzung der Sicherheit bei Diagnosestellung (exklusive Handyscope-Daten, Angaben in Prozent)**



**Abbildung 9: Graphische Darstellung der subjektiven Einschätzung der Sicherheit bei Diagnosestellung (exklusive Handyscope-Daten, Angaben in Prozent)**

Es wurde außerdem die Korrelation zwischen der subjektiven Sicherheit der Kliniker mit dem Teledermatologen berechnet. Mit Hilfe des Spearman-Rank-Korrelationskoeffizienten konnte gezeigt werden inwieweit die Diagnosen, die klinisch als unsicher eingeschätzt wurden, auch vom Teledermatologen als unsicher eingestuft wurden. Dabei zeigte sich keine Korrelation, es konnte keine signifikante Aussage gemacht werden (Spearman-Rho Korrelationskoeffizient 0,12;  $p=0,12$ ;  $n=169$ ).

#### 4.2.4 Vergleich der empfohlenen diagnostischen Vorgehensweise

Bei der Empfehlung der diagnostischen Vorgehensweise bestanden keine Einschränkungen, zudem waren Mehrfachnennungen möglich.

In 111 Fällen (65,7 %) wurde vom Kliniker weitere Diagnostik angeordnet, in 97 Fällen (57,4 %) seitens des Teledermatologen (Tab. 8).

	Kliniker		Teledermatologe	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Diagnostik angeordnet	111	65,7	97	57,4

**Tabelle 8: Vergleich der Häufigkeit von angeordneten Therapiemaßnahmen**

Mehrfachuntersuchungen wurden seitens der Kliniker in 41 Fällen (24,2 %), seitens des Teledermatologen in 31 Fällen (18,3 %) empfohlen.



	<b>Kliniker</b>	<b>Teledermatologe</b>
Allergolog. Diagnostik	18	16
ASL/AST	2	0
Autoantikörper	4	2
Bakteriologie/Mykologie	49	36
Blutbild/Serumchemie	9	3
Borrelientiter	1	0
Demodex-Nachweis	3	0
Dermatoskopie	5	19
DIF	1	5
Histologie	42	40
Phlebolog. Diagnostik	0	1
Stuhldiagnostik	0	1
TPPA	1	2
Urindiagnostik	1	0
Virustiter	6	1
<b>Gesamt</b>	<b>142</b>	<b>126</b>

**Tabelle 9: Auflistung der empfohlenen diagnostischen Maßnahmen**

Seitens des Teledermatologen war die am häufigsten empfohlene diagnostische Maßnahme die histologische Untersuchung eines Probeexzidats, gefolgt von bakteriologischer oder mykologischer Diagnostik, Dermatoskopie und allergologischer Diagnostik, welche Pricktests, Bestimmung spezifischer IgE-Antikörper mittels RAST und Epikutantests umfasst. Seitens

der Kliniker wurde am häufigsten bakteriologische und mykologische Untersuchungen angeordnet, gefolgt von histologischer und allergologischer Diagnostik (Tab. 9).

#### 4.2.5 Vergleich der Diagnosegenauigkeit

In insgesamt 36 Fällen erfolgte die Entnahme eines Probeexzidats der zu diagnostizierenden Hautveränderung mit anschließender histologischer Untersuchung (Tab. 10). Um nun die Korrektheit der gestellten Diagnosen zu überprüfen, wurde untersucht in wie vielen Fällen die seitens des Klinikers, bzw. seitens des Teledermatologen gestellten Diagnosen mit der Histologie, also dem Goldstandard der Diagnostik übereinstimmten.

<b>Diagnose Kliniker</b>	<b>Diagnose TD</b>	<b>Histopathologie</b>
NZN	NZN, dysplastisch	NZN vom Compound-Typ
Nummuläres Ekzem	Nummuläres Ekzem	Nummuläres Ekzem
SCC	BCC	BCC
Riesenkomedo	Epidermalzyste	Dilatierter Pore Winer
Verruca vulgaris	Verruca seborrhica	Verruca seborrhica
Verruca seborrhica	BCC	Verruca seborrhica
Leukozytoklastische Vasculitis, hämorrhagisch	Hämorrhagie	Leukozytoklastische Vasculitis, hämorrhagisch
Aktinische Keratose	BCC	Narbe
Aktinische Keratose	BCC	Verruca seborrhica
Ekzem	Ekzem	Ekzem
Fadengranulom	BCC	Fremdkörpergranulom
Fibrom	NZN	Fibrom
EEM	Arzneimittelreaktion	multiforme Arzneireaktion
Handekzem	Psoriasis	Hyperkeratotisch-rhagidiformes Handekzem
Aktinische Keratose	BCC	Aktinische Keratose

BCC	BCC	BCC
Nummuläres Ekzem	Nummuläres Ekzem	Ekzem
NZN	NZN	Postinflammatorische Hyperpigmentierung
NZN, dysplastisch	Malignes Melanom	NZN vom Compound-Typ
Nageldystrophie bei Lichen ruber	Nageldystrophie bei Lichen ruber	Lichen ruber, Mykose
BCC	BCC	BCC
Hamartom	Haarfollikelnävus	Hamartom
M. Bowen	Abszess	BCC, evtl. initiales SCC
BCC	SCC	BCC
Cornu cutaneum	Cornu cutaneum	Cornu cutaneum
Keratoakanthom	Keratoakanthom	Keratoakanthom
Keratoakanthom	SCC	SCC
BCC	BCC	BCC
BCC	BCC	BCC
M. Bowen	M. Bowen	Ekzematid
NZN	NZN	NZN
Lichen ruber	Lichen ruber	Lichen ruber
BCC	BCC	BCC
Keratoakanthom	Keratoakanthom	Keratoakanthom
SCC	M. Bowen	Keratoakanthom
Pemphigus foliaceus	Prurigoformes Ekzem	Pemphigus foliaceus

**Tabelle 10: Auflistung der Fälle mit histologischer Diagnostik**

Die Diagnosen des Klinikers stimmten in 26 der 36 Fälle (72,2 %) mit der Histologie überein, die des Teledermatologen in 20 Fällen (58,3 %) (Tab. 11). Bezieht man die jeweils gestellten Differentialdiagnosen mit ein, so kam es beim Kliniker zu einer Übereinstimmung in 30 Fällen (81,1 %), beim Teledermatologen in 26 Fällen (70,3 %).

	<b>Kliniker</b>	<b>Teledermatologe</b>
Übereinstimmung	72,2	58,3
Keine Übereinstimmung	27,8	41,7

**Tabelle 11: Diagnosegenauigkeit (prozentuale Übereinstimmung mit histologischer Diagnose, exklusive Handyscope-Daten; n=36)**

#### **4.2.6 Vergleich der Übereinstimmung der Therapieempfehlungen**

In den überwiegenden Fällen wurden sowohl vom Kliniker, als auch vom Teledermatologen eine Therapie angeordnet. Seitens der Kliniker wurde in 146 Fällen (86,4 %) der Fälle eine Therapie angeordnet, seitens des Teledermatologen in 151 Fällen (89,3 %) der Fälle (Tab.12). Wurde ein Medikament empfohlen, so handelte es sich jeweils in der Mehrheit um eine rezeptpflichtige Therapie (Tab.15).

Insgesamt wurde eine systemische Therapie, also eine Medikamenteneinnahme, sehr viel seltener angeordnet als eine lokale Therapie.

Beim Kliniker stellten die systemisch einzunehmenden Medikamente 21,2 % der Therapeutika dar, beim Teledermatologen 27,8 %.

	<b>Kliniker</b>	<b>Teledermatologe</b>
Keine Therapie angeordnet	13,6	10,7
Therapie angeordnet	86,4	89,3

**Tabelle 12: Vergleich Anordnung einer Therapie (exklusive Handyscope-Daten, Angaben in Prozent)**

	Häufigkeit	Prozent
Keine Übereinstimmung	29	17,2
Komplette Übereinstimmung	102	60,4
Teilweise Übereinstimmung	14	8,3
Gesamtsumme	145	85,8
Keine Aussage möglich	24	14,2

**Tabelle 13: Übereinstimmung der Therapieempfehlung (exklusive Handyscope-Daten)**

Bei 60,4 % der Patienten zeigte sich eine absolute Übereinstimmung der von den beiden Medizinem empfohlenen Therapie. In weiteren 8,3 % der Fälle stimmte die Therapie zumindest teilweise überein. In 14,2 % der Fälle kann darüber keine Aussage gemacht werden, da entweder der Kliniker oder der Teledermatologe keine Therapie angeordnet hatte, beispielsweise, weil zunächst das Ergebnis der Diagnostik, oder eine Verlaufskontrolle abgewartet werden sollte (Tab.13).

Tabelle 14 listet die Einzeltherapeutika auf.

Therapie	Häufigkeit Kliniker	Häufigkeit TD
Analgetika	1	1
Aluminiumhydroxidhaltige Externa	0	1
Antibiose, systemisch	6	11
Antihistaminika	9	16
Antimikrobielle Therapie, topisch	8	8
Antimykose, systemisch	3	1
Antimykose, topisch	8	11

Azelainsäure, topisch	2	0
Benzocainhaltige Mundspülung	0	2
Benzoylperoxid, topisch	3	2
Botulinumtoxin	0	1
Calcineurininhibitoren, topisch	10	7
Diclofenac, topisch	2	1
Doxycyclin, Aknetherapie	3	3
Exzision	29	33
Fluorouracil/Ingenolmebutat	3	1
Fluorouracil/Salicylsäure, topisch	4	6
Hautdesinfektion	6	13
Imiquimod, topisch	2	0
Immunsuppressiva	2	0
Inzision	2	2
Isotretinoin	3	2
Kombi Salicylsäure+Steroid	1	1
Kombi Steroid+Antimikrobiell	7	3
Kombi VitD3+Steroid	0	1
Kryotherapie	3	0
Kürettage	8	6
Lasertherapie	1	3
Lichtschutz	1	3
Lichttherapie	0	1
Medizinische Kosmetik	2	0

Metronidazolhaltige Externa	5	7
Nagelspange	0	1
MTX	1	0
PDT	0	1
Permethrin	5	0
Pflegende Externa	7	11
Punktion	1	1
PUVA	1	4
Rosazea-Pflege	0	1
Salicylsäure, topisch	2	3
Stationäre Aufnahme	6	0
Steroid Klasse I	1	1
Steroide Klasse II	11	21
Steroide Klasse III	20	24
Steroide Klasse IV	1	0
Steroide, systemisch	5	5
UV-Therapie	0	1
Verlaufskontrolle	0	2
Virostatika	7	4
Virostatikum, topisch	1	1
Zugsalbe	3	0

**Tabelle 14: Auflistung der empfohlenen Therapiemaßnahmen**

#### 4.2.7 Vergleich der Häufigkeit bezüglich der Verordnung rezeptpflichtiger Medikamente

	Kliniker	Teledermatologe
rezeptpflichtig	56,2	54,4
nicht rezeptpflichtig	43,8	45,6

Tabelle 15: Empfehlung einer rezeptpflichtigen Therapie (exklusive Handyscope-Daten, Angaben in Prozent)

#### 4.2.8 Vergleich der Einschätzung bezüglich der Notwendigkeit einer persönlichen ärztlichen Vorstellung

Seitens der beiden Mediziner sollte beurteilt werden, ob ein persönlicher Arztbesuch des Patienten mit der jeweiligen Hauterkrankung nötig ist, oder ob theoretisch auch zunächst eine teledermatologische Konsultation ausreichend gewesen wäre.

Nach Ansicht des Klinikers hätte somit ein persönlicher Besuch des Patienten in 42,6 % der Fälle vermieden werden können, nach Ansicht des Teledermatologen sogar in 55,6 % der Fälle (Tab.16).

	Kliniker	Teledermatologe
Vorstellung empfohlen	57,4	44,4
Keine Vorstellung notwendig	42,6	55,6

Tabelle 16: Empfehlung einer persönlichen Vorstellung des Patienten, bzw. eines Praxis- oder Klinikbesuchs (exklusive Handyscope-Daten, Angaben in Prozent)

Wurde die persönliche Vorstellung bei einem Dermatologen für notwendig erachtet, so sollte auf dem Antwortbogen angegeben werden, aus welchem Grund diese erfolgen sollte. Beide Mediziner gaben dabei mehrheitlich an, dass ein Arztbesuch zur



Diagnostik notwendig sei. Bei der Therapie wurde dabei die bürokratische Notwendigkeit eines Praxis- oder Klinikbesuchs zur Verordnung eines rezeptpflichtigen Medikaments bewusst außeracht gelassen (Tab. 17).

	<b>Kliniker</b>	<b>Teledermatologe</b>
Vorstellung zur Diagnostik empfohlen	30,8	20,7
Vorstellung zur Therapie empfohlen	10,1	6,5
Vorstellung zur Diagnostik und Therapie empfohlen	16,6	17,2
Keine Vorstellung notwendig	42,6	55,6

**Tabelle 17: Gründe für die Notwendigkeit einer persönlichen Vorstellung (exklusive Handyscope-Daten, Angaben in Prozent)**

Wurde eine persönliche Vorstellung, also ein Arztbesuch empfohlen, so konnte zusätzlich angegeben werden, ob dieser zeitnah, also innerhalb kurzer Zeit oder im Verlauf von einigen Wochen erfolgen sollte. In 53,6 % der Fälle reichte dem Kliniker dabei eine Vorstellung im weiteren Verlauf, wohingegen der Teledermatologe in 67,5 % der Fälle eine zeitnahe Vorstellung favorisierte (Tab.18).

	<b>Kliniker</b>	<b>Teledermatologe</b>
Zeitnahe Vorstellung empfohlen	46,4	67,5
Vorstellung im Verlauf empfohlen	53,6	32,5

**Tabelle 18: Einschätzung der Dringlichkeit der persönlichen Vorstellung (exklusive Handyscope-Daten, Angaben in Prozent)**

### 4.3 Auswertung der Handyscope-Daten

Insgesamt wurde das Handyscope bei 26 Patienten eingesetzt.

Da die Nutzung des Handyscopes sich überwiegend zur genaueren Beurteilung für singuläre Effloreszenzen eignet, handelt es sich bei den häufigsten hiermit aufgenommenen Erkrankungen um Nävuszellnävi (38,5 %).

Diagnose	Häufigkeit Kliniker	Häufigkeit Tele-dermatologe
Aktinische Keratose	1	0
Angiom	2	2
Basalzellkarzinom	2	3
Dermaler Nävus	0	1
Fibrom	1	1
Hämatom, subunguales	4	4
Keratoakanthom	1	0
Melanom, malignes	1	1
Milie	1	1
Nävus bleu	1	1
Nävuszellnävus	10	10
Verruca seborrhoica	2	2

**Tabelle 19: Auflistung der vom Kliniker gestellten Diagnosen unter Verwendung des Handyscopes; n=26**

### 4.3.1 Vergleich der Übereinstimmung der gestellten Diagnosen und Differentialdiagnosen

In allen 26 Fällen konnte seitens des Teledermatologen eine Diagnose gestellt werden. In 24 Fällen (92,3 %) stimmte die vom Kliniker gestellte Diagnose exakt mit der des Teledermatologen überein. In den zwei Fällen ohne Übereinstimmung der Erstdiagnose zeigte sich auch keinerlei Übereinstimmung bei den Differentialdiagnosen (Tab.20).

	Häufigkeit	Prozent
Keine Übereinstimmung	2	7,7
Übereinstimmung	24	92,3
Gesamtsumme	26	100

Tabelle 20: Vergleich der Übereinstimmung der Diagnosen

### 4.3.2 Vergleich der subjektiven Diagnosesicherheit

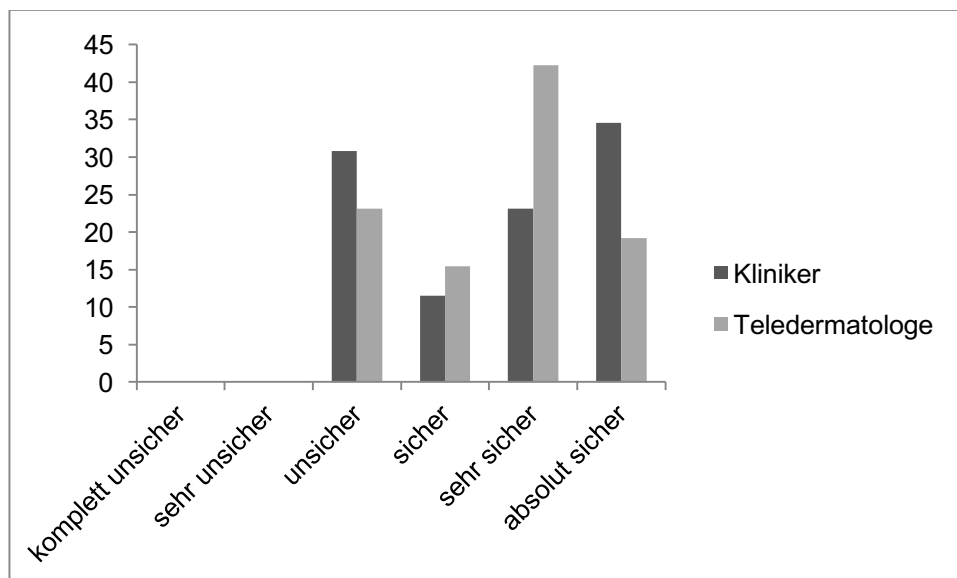


Abbildung 10: Graphische Darstellung der subjektiven Einschätzung der Diagnosesicherheit unter Nutzung des Handyscopes, Angaben in Prozent

Bei insgesamt 8 Patienten (30,8 %) gab der Kliniker an „unsicher“ zu sein, der Tele-dermatologe dagegen war sich lediglich bei 6 Patienten (23,1 %) unsicher. Keiner der beiden Untersucher gab an „komplett unsicher“ oder „sehr unsicher“ zu sein (Tab. 21). Beim Kliniker wurde ein Gesamtdurchschnitt von 3,62 Punkten erreicht, mit einer Standardabweichung von 1,2. Beim Teledermatologen lag der Durchschnitt bei 3,58 mit einer Standardabweichung von 1,04.

	<b>Kliniker</b>	<b>Teledermatologe</b>
komplett unsicher	0	0
sehr unsicher	0	0
unsicher	30,8	23,1
sicher	11,5	15,4
sehr sicher	23,1	42,3
absolut sicher	34,6	19,2

**Tabelle 21: Subjektive Einschätzung der Diagnosesicherheit unter Nutzung des Handyscopes, Angaben in Prozent**

### 4.3.3 Vergleich der empfohlenen diagnostischen Vorgehensweise

In 16 Fällen (61,5 %) wurde vom Kliniker Diagnostik angeordnet, in lediglich fünf Fällen (19,2 %) seitens des Teledermatologen (Tab.22).

	<b>Kliniker</b>		<b>Teledermatologe</b>	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
Diagnostik angeordnet	16	61,5	5	19,2

**Tabelle 22: Vergleich der Häufigkeit einer Therapieanordnung**

Bei den 26 Patienten wurden insgesamt nur zwei verschiedene diagnostische Maßnahmen empfohlen, die Dermatoskopie der entsprechenden Effloreszenz oder die chirurgische Entfernung, bzw. Probeexzision mit anschließender histologischer Aufarbeitung des Präparats. Es gab hierbei keine Mehrfachnennungen (Tab.23).

	<b>Kliniker</b>	<b>Teledermatologe</b>
Dermatoskopie	7	5
Histologie	9	0

**Tabelle 23: Auflistung der empfohlenen diagnostischen Maßnahmen**

#### 4.3.4 Vergleich der Diagnosegenauigkeit

Bei insgesamt sechs Patienten, bei denen das Handyscope angewandt wurde, erfolgte die Entnahme eines Probeexzidats der aufgenommenen Hautveränderung mit anschließender histologischer Untersuchung.

Die Diagnosen des Klinikers, ebenso wie die des Teledermatologen stimmten in vier der sechs Fälle (66,6 %) mit der Histologie überein, und zwar bei den gleichen vier Patienten.

<b>Diagnose Kliniker</b>	<b>Diagnose TD</b>	<b>Histopathologie</b>
Lentigo maligna	Malignes Melanom	Lentigo maligna
BCC	BCC	BCC
NZN	NZN	Kollision von Verruca seborrhoica und NZN
Nävus bleu	Nävus bleu	Nävus bleu
Keratoakanthom	Irritierter NZN	Morbus Bowen
Dysplastischer NZN	Dysplastischer NZN	Malignes Melanom

**Tabelle 24: Auflistung der Fälle mit histologischer Diagnostik unter Verwendung des Handyscopes**

In einem weiteren Fall kam es bei beiden Untersuchern zu einer Übereinstimmung der Differentialdiagnose mit der Histologie. In einem einzigen Fall stimmte keiner der Untersucher mit Erst- oder Differentialdiagnose mit dem histologischen Ergebnis überein.

Bezieht man die jeweils gestellten Differentialdiagnosen mit ein, so kam es auf beiden Seiten zu einer Übereinstimmung in fünf Fällen (83,3 %).

### 4.3.5 Häufigkeit der Empfehlung einer Therapie

In den überwiegenden Fällen (65,4 %) wurde sowohl vom Kliniker, als auch vom Teledermatologen keine Therapie angeordnet. Von beiden Seiten wurde in neun Fällen (34,6 %) eine Therapie angeordnet (Tab. 25). In 20 Fällen (76,9 %) stimmte das empfohlene Procedere (das beinhaltet auch das bewusste Ausbleiben einer Therapie) komplett überein (Tab. 26).

Die mit Abstand am häufigsten empfohlene Therapiemaßnahme war die Exzision der Hautveränderung. Ein rezeptpflichtiges Medikament wurde nur in einem Fall, und zwar seitens des Klinikers empfohlen (Tab. 27).

	Kliniker	Teledermatologe
Keine Therapie angeordnet	65,4	65,4
Therapie angeordnet	34,6	34,6

Tabelle 25: Häufigkeit der Empfehlung einer Therapie, Angaben in Prozent

### 4.3.6 Übereinstimmung der Therapieempfehlung

	Häufigkeit	Prozent
Keine Übereinstimmung	6	23,1
Übereinstimmung	20	76,9
Gesamtsumme	26	100

Tabelle 26: Übereinstimmung der Therapieempfehlung

<b>Kliniker</b>		<b>Teledermatologe</b>	
Therapie	Häufigkeit	Therapie	Häufigkeit
Exzision	7	Exzision	7
Exstirpation	1	Exstirpation	1
Fluorouracil, topisch	1	Flachexzision	1

**Tabelle 27: Auflistung der empfohlenen Therapiemaßnahmen**

### **4.3.7 Vergleich der Einschätzung bezüglich der Notwendigkeit einer persönlichen ärztlichen Vorstellung**

	<b>Kliniker</b>	<b>Teledermatologe</b>
Vorstellung zur Therapie empfohlen	19,2	19,2
Vorstellung zur Diagnostik empfohlen	7,7	15,4
Vorstellung zur Diagnostik und Therapie empfohlen	15,4	3,88
Keine Vorstellung notwendig	57,7	61,5

**Tabelle 28: Empfehlung einer persönlichen Vorstellung des Patienten, Angaben in Prozent**

Nach Ansicht des Klinikers hätte somit ein persönlicher Besuch des Patienten in 57,7 % der Fälle vermieden werden können, nach Ansicht des Teledermatologen in 61,5 % der Fälle.

	<b>Kliniker</b>	<b>Teledermatologe</b>
Zeitnahe Vorstellung empfohlen	54,5	90
Vorstellung im Verlauf empfohlen	45,5	10

**Tabelle 29: Vergleich der Dringlichkeit des Arztbesuchs, Angaben in Prozent**

Wurde eine persönliche Vorstellung empfohlen, so favorisierte der Kliniker dabei eine zeitnahe Vorstellung in 54,4 % der Fälle, der Teledermatologe in 90 % der Fälle (Tab. 29).

#### **4.4 Fälle ohne Übereinstimmung**

Insgesamt kam es in 29 Fällen zu keiner diagnostischen oder differentialdiagnostischen Übereinstimmung zwischen Klinikern und Teledermatologen. Untersucht man diese Fälle separat bezüglich der subjektiven Diagnosesicherheit der Untersucher, so zeigt sich hier beim Kliniker ein Durchschnitt von 2,89 (vgl. 2,88 bei allen Fällen ohne Handyscope) und beim Teledermatologen von 2,86 (vgl. 3,17 bei allen Fällen ohne Handyscope). Somit bestand hier letztlich kein signifikanter Unterschied zu den Fällen, in denen es zu diagnostischer Übereinstimmung kam.

Auch bei der Beurteilung, ob ein persönlicher Arztbesuch des Patienten als notwendig erachtet wird, zeigte sich kein relevanter Unterschied zu den Fällen insgesamt. Der Kliniker erachtete eine persönliche Vorstellung in genau 50 % der unten genannten Fälle für notwendig (vgl. 57,4 % bei den Fällen ohne Handyscope), und zwar überwiegend zur Diagnostik, der Teledermatologe dagegen in 46,7 % der Fälle (vgl. 44,4 % der Fälle bei den Fällen ohne Handyscope, Tab. 15) und zwar ebenso überwiegend für diagnostische Maßnahmen.

In Tabelle 30 findet sich eine Auflistung der insgesamt 29 Fälle, bei denen es zu keiner Übereinstimmung, weder in der Erst- noch in der Differentialdiagnose, kam (inklusive der beiden Fälle mit Handyscope).



Nummer	Diagnose Kliniker	Differentialdiagnose Kliniker	Diagnose Teledermatologe	Differentialdiagnose Teledermatologe	Kommentar Teledermatologe	Ergebnis Histologie
#37	Akne papulopustulosa		Folikulitiden		Falls keine Besserung physische Vorstellung, ggf. Antibiose	
#63	Aktinische Keratose		BCC			
#221	Aktinische Keratose		BCC		Dermatoskopie/Handyscope wäre hilfreich gewesen	
#288 Handyscope	Aktinische Keratose	Lentigo maligna	BCC			
#212	BCC	Keratoakanthom, SCC	Histiozytom	Prurigoknoten		
#195	Brandblase		Bulla, V.a. Druckblase			
#250	Cafe au lait Fleck		Nävuszellnävus			
#213	Cheilitis actinica		Lippenekzem	Kontaktdermatitis		
#174	Druckblase		Bullöses Pemphigoid	Verbrennungsblase		
#256	ECM		initiales Erysipel	Iktusreaktion, Ekzem		
#57	Ekzem		Prurigo simplex subcuta	Scabies		

#170	Erythrasma	Intertrigo	Kontaktekzem	Tinea axillaris	es wäre wichtig zu wissen, ob die HV bds. sind
#145	Fadengranulom bei Z.n. SCC-OP	Rezidiv eines SCC	BCC		
#227	Folikulitis	Arzneimittlexanthem	Prurigo simplex subacuta		Ganzkörperinspektion wäre sinnvoll
#153	Gestieltes Fibrom		NZN	seb. Keratose	scharfe Nahaufnahme wäre hilfreich für Diagnose
#303	Impetigo		nummuläres Ekzem	atopisches Ekzem	
#199	Intertrigo		Papillomatosis confluens et reticularis	seborrhoische Keratosen	
#292	Keratoakanthom		BCC	Dermaler Nävus	Verruca vulgaris
<b>#191 Hand-dyscope</b>	M. Grover	Arzneimittlexanthem	Prurigo simplex subacuta	Iktusreaktion	falls keine Besserung WV im Verlauf
#191	Onychomykose		Unguis incarnatus		
#300	Pemphigus		Aphthe		
#281	Pemphigus foliaceus		Prurigoformes Ekzem	Prurigo nodularis, perforierende Kollagenose	
#134	Pityriasis rosea	PLEVA	Ekzem	Lues II	

#58	Prurigo nodularis		Lichen vidal		
#60	Scabies		Prurigo simplex		Genitalbefund nicht fotografiert
#154	Scabies		Prurigo simplex sub- cuta		
#52	Seborrhoische Keratose		NZN		Cafè-au-lait-Fleck
#249	Zoster	Ekzem, Impetigo	Iktusreaktionen		Trombidiose, Kontaktdermatitis
#68	Kälte-Pannikulitis		Beg. Abszess	Erysipel	wichtig wäre genaue Anamnese

**Tabelle 30: Auflistung der Fälle ohne Übereinstimmung**

Zu den sieben Fällen, bei denen entweder die Kliniker oder der Teledermatologe eine Präkanzerose oder maligne Hautveränderung diagnostizierten, (Tab. 30, fett gedruckt) werden im Folgenden die Detailaufnahmen dargestellt.



a)

b)

c)



d)

e)



f)

g)

**Abbildung 11: Beispielaufnahmen der Fälle ohne Übereinstimmung**

- a) #292 Keratoakanthom (Kliniker)/dermaler Nävus (Teledermatologe)
- b) #63 Aktinische Keratose(Kliniker)/BCC (Teledermatologe)
- c) #221 Aktinische Keratose (Kliniker)/BCC (Teledermatologe)
- d) #213 Cheilitis actinica (Kliniker)/Lippenekzem (Teledermatologe)
- e) #145 Fadengranulom (Kliniker)/BCC (Teledermatologe)
- f) #288 Aktinische Keratose (Kliniker)/BCC (Teledermatologe)
- g) #212 BCC (Kliniker)/Histiozytom (Teledermatologe)

## 5 DISKUSSION

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, inwieweit ein teledermatologisches Verfahren, nämlich eine App, bezüglich der Diagnoseübereinstimmung und -genauigkeit mit einem persönlichen Besuch beim Dermatologen vergleichbar ist. Es wurde also untersucht ob aus medizinischer Sicht eine ausreichende Übereinstimmung hinsichtlich Diagnosestellung, Diagnostik, und Therapiemanagement zwischen konventionellem Arztbesuch und teledermatologischer Diagnose bestand. Zusätzlich wurde die praktische Anwendung der App untersucht.

Mit der genannten App hatten bisher keine vergleichbaren Studien stattgefunden.

### 5.1 Patientenkollektiv

An der vorliegenden Untersuchung nahmen bereitwillig 195 Patienten im Alter von 12 Monaten bis 89 Jahren Teil, das Durchschnittsalter betrug 50,6 Jahre (Abb. 8). Nach Aufklärung durch den jeweiligen Assistenzarzt, bzw. Assistenzärztin kam es lediglich in wenigen Ausnahmefällen zu einer Ablehnung der Studienteilnahme. Insgesamt zeigte sich bei den Patienten ein großes Interesse an der App und eine überwiegend positive Einstellung gegenüber dem teledermatologischen Verfahren. Diese breite Akzeptanz ist insbesondere hinsichtlich des Alters der Patienten interessant, handelt es sich doch mehrheitlich um Patienten, die nicht mit Handy und Internet aufgewachsen sind. Ähnliche Erfahrungen zeigten sich bereits in der Literatur. Allerdings lernten die Patienten in unserer Untersuchung natürlich das teledermatologische Verfahren additiv zur persönlichen Vorstellung beim Arzt kennen.

In unserer Untersuchung erfolgte keine Präselektion der Patienten bezüglich ihrer Krankheitsbilder, ein Ein- beziehungsweise Ausschlusskriterium war lediglich die Sichtbarkeit der Hautveränderung mit dem bloßen Auge. Dadurch fielen natürlich einige allergologische Erkrankungen wie beispielsweise eine Rhinokonjunktivitis allergica weg. Das Spektrum der Krankheitsbilder und das Patientenkollektiv sind somit ein recht realistisches Abbild des klinischen Alltags. Ähnliche Studienmodelle ohne Präselektion der Krankheitsbilder finden sich auch bei Aguilera et al., Weingast et al, Whited et. al und Romero et al (Whited, Hall et al. 1999, Romero, Sanchez et al. 2010, Weingast, Scheibbock et al. 2013, Romero Aguilera, Cortina de la Calle et al. 2014). In einigen vergleichbaren Studien erfolgte allerdings eine Präselektion der Patienten,

entweder hinsichtlich der besonderen Eignung der Hauterkrankung für die Teledermatologie (van der Heijden, de Keizer et al. 2011, Lim, Oakley et al. 2012), oder es wurden beispielsweise nur solitäre Läsionen eingeschlossen, also Läsionen zur Klärung der Dignität (Tan, Yung et al. 2010). Bei Nami et al. wurden dagegen alle pigmentierten Läsionen ausgeschlossen (Nami, Massone et al. 2015).

## 5.2 Bildersammlung und Bildqualität

Die vorliegende Untersuchung zeigte wie wichtig es ist mehrere Aufnahmen der Hauterkrankung anzufertigen.

Im Rahmen unserer Untersuchung wurden zwei Fotos von der zu beurteilenden Hautveränderung, bzw. Hauterkrankung angefertigt, eine Übersichtsaufnahme und eine Detailaufnahme. Beide Bilder wurden dabei vom jeweiligen Arzt angefertigt. Lediglich in einem Fall war die Bildqualität zur Auswertung der Aufnahmen und Diagnosestellung nicht ausreichend. Im freien Kommentarfeld wurden allerdings seitens des Teledermatologen insgesamt fünfmal weitere Aufnahmen des restlichen Integuments für dessen Beurteilung gefordert, sechsmal wurde kritisiert, dass die Nahaufnahme sehr unscharf sei, einmal wurde die Beurteilung durch darüber liegende Haare erschwert, einmal durch einen Lichtreflex auf dem Bild, ein weiteres Mal wurde die Hautveränderung als „sehr diskret“ eingeschätzt, was ebenfalls die Beurteilung erschwerte. Die Beurteilung des ganzen Integuments und des restlichen Hautzustandes ist dabei insbesondere bei Ekzemen von Bedeutung, beispielsweise zur Differenzierung der Genese (atopisches, vs. Exsikkationsekzem), aber auch wie ein Beispiel in unserer Untersuchung zeigte, zur Diagnostik kleinerer Hautveränderungen wie einer Nageldystrophie, die Teil einer systemischen Erkrankung oder aber eines Lichen ruber sein kann.

Dabei gilt zu beachten, dass unter „Normalbedingungen“ für die Anwendung der App der Patient selbst die Aufnahmen mit seinem Handy anfertigen, bzw. sich von einer anderen Person dabei helfen lassen muss. Dabei handelt es sich sicherlich in der großen Mehrzahl der Fälle um Laien, die nicht wissen, worauf der Dermatologe bei der Bewertung der Läsion seinen Fokus setzt. Das heißt, unsere Untersuchung könnte ein zugunsten der Bildqualität verzerrtes Bild widerspiegeln, da die Aufnahmen von Assistenzärzten angefertigt wurden.

In einer großen prospektiven Studie mit 263 Patienten konnten Weingast et al. nachweisen, dass die Bildqualität positiv mit der Genauigkeit der teledermatologischen Diagnosen korrelierte (Weingast, Scheibbock et al. 2013). Auch hier wurden in Mobiltelefone integrierte Kameras verwendet, wobei Smartphones von drei verschiedenen Herstellern zur Anwendung kamen. Die Patienten wurden dazu angehalten die Aufnahmen selbst anzufertigen, lediglich bei schwer erreichbaren Körperregionen wurde ihnen assistiert. Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in der Bildqualität unter den verschiedenen Mobiltelefonen. Allerdings fühlten sich die Teledermatologen in insgesamt 39 % der Fälle aufgrund mangelnder Informationsqualität außer Stande eine Diagnose zu erstellen. Zu 46 % lag dies an unzureichender Bildqualität, zu 38 % an einer unzulänglichen Anamnese und zu 15 % an einer inkompletten Darstellung der Hautveränderung. Bei 60 % der Bilder wurde die Qualität dieser auf einer Skala von 1-10 mit einer 4 oder 5 bewertet, also als suboptimal eingestuft. Die Untersucher fanden heraus, dass Fälle mit schlechter Bildqualität häufiger in Fehldiagnosen resultierten.

Landow et al. fanden in ihrer Literaturrecherche zu teledermatologischen *store-and-forward*-Verfahren unter Einbeziehung von 27 Studien heraus, dass die Bildqualität einer von vier zentralen Faktoren für den Erfolg von teledermatologischen Verfahren ist. Demnach sollten die Aufnahmen im besten Fall von einer eingelernten Kraft mit dermatologischen Grundkenntnissen angefertigt werden, um tatsächlich einen späteren Arztbesuch vermeiden zu können. Das Anfertigen der Aufnahmen durch Laien, so schlussfolgerten sie, resultiere letztlich nicht nur in einer schlechteren Bildqualität, sondern reduziere auch die subjektive Diagnosesicherheit und erhöhe so wiederum die empfohlene Anzahl an persönlichen Arztkontakten.(Landow, Mateus et al. 2014).

Dies zeigt also, wie wichtig die hohe Qualität der Bilder für die korrekte Befundung ist.

Marchetti et al. ließen in ihrer Studie 19 High-School-Schüler der 12. Klasse sowohl Übersichts-, als auch dermatoskopische Aufnahmen von zuvor determinierten Nävi an Rücken und Beinen anfertigen. Die Schüler erhielten zuvor kein formelles Training oder eine spezielle Einweisung in die Kameras, sondern lediglich schriftliche Hinweise zu deren Benutzung, sowie Beispielaufnahmen. In 98 % der Fälle wurde eine ausreichende Qualität der Übersichtsaufnahmen erzielt, bei den dermatoskopischen Aufnahmen wurde eine ausreichende Qualität in 66 % der Fälle erreicht. Offensichtlich bestand die größte Schwierigkeit bei der dermatoskopischen Aufnahme darin, die Kamera mit ausreichendem, also vollem Hautkontakt aufzusetzen.



Dieser Studie voraus gegangen war eine Arbeit von Janda et al., die zeigte, dass tele-dermatologische Diagnostik anhand von teledermatoskopischen Aufnahmen, die durch die Patienten, also Laien, selbst angefertigt wurden, durchaus durchführbar ist. Bei den Teilnehmern in dieser Untersuchung handelte es sich durchweg um Hochrisikopatienten für malignes Melanom. Die Patienten wurden angehalten, sich selbst zu untersuchen und (ausgehend von den ABCD-Kriterien) auffällige Läsionen dermatoskopisch aufzunehmen. 8 von 10 Teilnehmern empfanden dabei das Anfertigen der Bilder als „einfach“, und 88 % der Aufnahmen wurden von den Untersuchern mit „gute Qualität“ beurteilt (Janda, Loescher et al. 2014). Allerdings entdeckten die Dermatologen in einem obligat nachfolgenden Hautkrebsscreening hoch-auffällige Läsionen, die von den Teilnehmern übersehen worden waren und sich oftmals an schwer zugänglichen oder intimeren Hautarealen befanden.

Die beiden Untersuchungen sprechen für eine ausreichend gute, wenn auch nicht optimale technische Durchführbarkeit der Aufnahmen durch Laien. Die Studie von Janda et al. zeigt jedoch auch, dass die Auswahl der zu untersuchenden Läsionen durch Experten erfolgen sollte, da das Wissen der Laien, gerade auch bei Hochrisikopatienten nicht ausreichend zu sein scheint.

Die Anfertigung jeweils einer Detail- und einer Übersichtsaufnahme scheint daher ein absolutes Minimum für die Erstellung einer Diagnose zu sein. Es sollte erwogen werden die Läsion aus mehreren Winkeln und Perspektiven darzustellen, was sich positiv auf das räumliche Vorstellungsvermögen auswirken würde. Es könnte dabei besser beurteilt werden, ob die jeweilige Läsion erhaben oder flach ist und beispielsweise eine epidermale Beteiligung aufweist. Dies erscheint insbesondere daher sinnvoll, da eine Palpation der Erkrankung nicht möglich ist.

Unter Verwendung des Handyscopes wurden in unserer Untersuchung ebenfalls nur zwei Aufnahmen angefertigt. Eine Aufnahme der singulären Läsion, sowie eine Detailaufnahme mit Handyscope. Hierbei wurden seitens des Teledermatologen keine fehlenden anamnestischen Angaben oder insuffiziente Bildqualität bemängelt. In allen 26 Fällen konnte eine Diagnose gestellt werden.

In einer anderen Studie mit 200 Teilnehmern und insgesamt 491 untersuchten Läsionen erreichte Teledermatoskopie bei der Erkennung von melanozytären und nicht-melanozytären Neoplasien eine Sensitivität von 100 % bei einer Spezifität von 90 %. Lediglich bei 12,3 % der Fälle stimmten die Diagnosen von Kliniker und Telemediziner

nicht überein. Nach histopathologischer Untersuchung der entsprechenden Läsionen wurde seitens der Telemediziner nur eine maligne Läsion übersehen. Bei 74 % der Patienten in dieser Untersuchung waren die Hauterkrankungen durch einen Allgemeinmediziner therapierbar, und ein persönlicher Besuch bei einem Dermatologen nach Einschätzung der Mediziner nicht mehr notwendig (Tan, Yung et al. 2010).

### 5.3 Anamnestiche Angaben

Mithilfe der verwendeten App wurden anamnestiche Angaben zu Alter, Geschlecht, Lokalisation, Größe und Symptomatik der Hauterkrankung, sowie zu etwaig vorliegenden Grunderkrankungen, Allergien und Medikamenteneinnahme erhoben. Zudem gab es entsprechende Freitextfelder, sollten die dargestellten Auswahlmöglichkeiten nicht ausreichend gewesen sein. Dennoch hat der Teledermatologe in wenigen Fällen präzisere anamnestiche Angaben gefordert. In einem Fall hätte sich der Teledermatologe einen Tastbefund gewünscht, fünf Mal wurde eine genauere Angabe der Lokalisation der Läsion gewünscht, insbesondere mit der Angabe ob diese ein- oder beidseitig sei. Diese Angabe scheint besonders bei der Diagnose, bzw. Differenzierung von Tinea, Zoster und Ekzemen, bzw. Kontaktekzemen wichtig. In insgesamt vier Fällen wurden weitere anamnestiche Angaben vermisst. In diesen vier Fällen wurde seitens des Teledermatologen ein beginnender Abszess, eine Hämorrhagie, ein Arzneimittellexanthem und eine polymorphe Lichtdermatose diagnostiziert. Also Erkrankungen, bei denen eine ausführliche Anamnese Aufschluss über die Pathogenese hätte geben können. Es gilt jedoch zu erwähnen, dass die mittels App erhobenen anamnestiche Angaben nicht explizit ausgewertet und mit der vom Kliniker erhobenen Anamnese verglichen wurden.

Barnard und Goldyne verglichen in einer Studie mit 50 klinischen Fällen und acht dermatologischen Fachärzten als Teledermatologen die Richtigkeit von teledermatologischen Blickdiagnosen ohne Zusatzinformationen mit den Diagnosen nach Erhalt der Aufnahmen inklusive der Anamnese. In 77 % der Fälle war bereits die Blickdiagnose mit der Diagnose der Kliniker übereinstimmend, nach Zuhilfenahme der Anamnese stieg diese Rate um 11 % (Barnard and Goldyne 2000).

In einer weiteren Studie mit 157 Läsionen konnte gezeigt werden, dass die genaue Krankengeschichte des Patienten die Genauigkeit dermatoskopischer Diagnosen vor allem dann verbesserte, wenn die Teledermatologen keine Experten auf dem Gebiet der Dermatoskopie waren. Hierbei wurden die bereits histologisch diagnostizierten Läsionen

von drei Teledermatologen mit unterschiedlich langer Berufserfahrung ausgewertet (Blum, Hofmann-Wellenhof et al. 2004).

Mann und Colven kombinierten daher Digitalbilder mit Patienteninformationen, die telefonisch gewonnen werden konnten. Somit konnten auftretende Fragen sofort gestellt und besprochen werden (Mann and Colven 2002). Sie zeigten wie wertvoll die Aufnahme der Hauterkrankung ist, im Vergleich zur rein verbalen Beschreibung der Erkrankung. Mit dieser Methode minimieren sich allerdings die Vorteile der Teledermatologie mit der Zeitersparnis und der zeitlichen Flexibilität der Ärzte und Patienten, zugunsten des maximierten Informationsgewinns.

Mithilfe einer Vergleichsstudie konnte formuliert werden, was eine Anamnese mindestens enthalten sollte. Neben den Daten zur Identifikation sollten Angaben gemacht werden zu der Lokalisation der Hauterkrankung, zum zeitlichen Verlauf, zu krankheitsrelevanten Symptomen und zur Medikation, zudem wurde eine dermatologische Eigen- und Familienanamnese gefordert (High, Houston et al. 2000). Aus eigener Erfahrung scheinen zusätzlich Angaben zu Alter und etwaigen Grunderkrankungen des Patienten sehr sinnvoll.

Auch in unserer Studie wurden die von High, Houston et al. geforderten anamnestischen Angaben zu Lokalisation zeitlichem Verlauf, Begleitscheinungen und Medikation berücksichtigt, mit Ausnahme der dermatologischen Eigen- und Familienanamnese. Insbesondere die Eigenanamnese könnte sich sicherlich in einigen Fällen, sowohl bei solitären Erkrankungen wie beispielsweise Tumoren, als auch bei anderen Hautveränderungen als zielführend erweisen. Es sollte also in Erwägung gezogen werden den Diagnoseprozess der *App* um diese Information zu erweitern.

## 5.4 Krankheitsbilder

In zahlreichen Studien mit ähnlichem Aufbau wie der unsrigen erfolgte eine Präselektion der eingeschlossenen Krankheitsbilder. Entweder wurden solitäre Neubildungen ausgenommen, oder nur diese eingeschlossen. In unserer Untersuchung erfolgte bewusst keine Präselektion bezüglich der Diagnosen, wichtigstes Einschlusskriterium war die Sichtbarkeit der Hautveränderung. Die Liste der im Rahmen unserer Untersuchung diagnostizierten Krankheitsbilder zeigt eine große Bandbreite dermatologischer Erkrankungen von seltenen Erkrankungen wie dem Pemphigus oder dem Fremdkörpergranulom zu den häufigen Ekzemerkrankungen, den Nävuszellnävus und

den aktinischen Keratosen (Tab. 2). Es wurden insgesamt 83 verschiedene Diagnosen gestellt, darunter 78 verschiedene Diagnosen ohne Einbeziehung der Handyscope-Daten. Dabei bildeten die ekzematösen Hauterkrankungen mit insgesamt 28 Fällen die größte Untergruppe. Bei den mit Handyscope aufgenommenen Erkrankungen handelt es sich überwiegend um singuläre Läsionen, darunter am häufigsten um Nävuszellnävi und subunguale Hämatome.

## **5.5 Übereinstimmung der teledermatologischen Diagnosen mit den Diagnosen des Klinikers**

Ohne Verwendung des Handyscopes kam es bezgl. der Diagnosen zu einer Übereinstimmung in 58,9 %, bei Berücksichtigung der Differentialdiagnosen sogar in 83,9 % der Fälle (Tab. 3-5). Da im klinischen Alltag differentialdiagnostischen Überlegungen nachgegangen und ggf. entsprechende Diagnostik eingeleitet wird, kann man durchaus von dem Wert der partiellen Diagnoseübereinstimmung ausgehen, bei dem die Differentialdiagnosen berücksichtigt sind.

In der Literatur haben mit dem Smartphone aufgenommene und teledermatologisch ausgewertete Aufnahmen im Rahmen anderer Studien diagnostische Übereinstimmungsraten von 61 % bis 91,05 % erreicht (Massone, Lozzi et al. 2006, Ebner, Wurm et al. 2008, Boyce, Gilmore et al. 2011, Lamel, Haldeman et al. 2012, Kaliyadan, Amin et al. 2013, Weingast, Scheibbock et al. 2013, Shin, Kim et al. 2014, Nami, Massone et al. 2015). Das heißt, wir liegen mit unserer Studie, mit der von uns verwendeten App, im Bereich der bisher in anderen Untersuchungen erzielten Ergebnisse.

In unserer Studie stimmten die Diagnosen unter Verwendung des Handyscopes in 92,3 % der Fälle überein. Lediglich in zwei Fällen kam es hier zu keinerlei Übereinstimmung (Tab. 20). Hier diagnostizierte der Kliniker eine Aktinische Keratose, während der Teledermatologe eine Basalzellkarzinom feststellte (Abb. 11f), im zweiten Fall wurde seitens des Klinikers die Diagnose eines Keratoakanthoms gestellt (Abb. 11a), der Teledermatologe sah hier einen dermalen Nävus. Leider liegen in beiden Fällen keine histopathologischen Ergebnisse vor, um die Diagnosegenauigkeit zu überprüfen.

Nami et al. verwiesen auf eine höhere Übereinstimmungsrate (90,7 % bei 98 von 108 Fällen) bei (benignen und malignen) solitären Läsionen im Vergleich zu disseminierten Dermatosen wie Psoriasis (71,4 % bei 10/14 Fällen) oder Prurigo nodularis (87,5 % bei 7/8 Fällen). Sie kamen auf eine Diagnoseübereinstimmung von 90,7 % bei Neubildungen der

Haut, und das ohne Verwendung des Handyscopes (Nami, Massone et al. 2015). Die hohe Übereinstimmung könnte hier jedoch zumindest teilweise darauf beruhen, dass in der Studie pigmentierte Läsionen ausgeschlossen worden waren, was bei uns nicht erfolgt war. Zudem bildeten in unserer Studie disseminierte Erkrankungen aus dem ekzematösen Formenkreis die größte Untergruppe bei den Diagnosen, und genau diese wären laut Nami und seinen Kollegen aus teledermatologischer Perspektive die größere diagnostische Herausforderung.

Auch Warshaw et al. untersuchten in ihrer groß angelegten Studie mit insgesamt 3021 Läsionen bei 2152 Patienten die Aussagekraft eines *store-and-forward* Verfahrens für ausschließlich solitäre Neubildungen. Dabei unterteilten sie die Läsionen bei der Auswertung in Unterkategorien (pigmentiert vs. nicht-pigmentiert) und kamen auf eine Übereinstimmung der Erstdiagnosen von 45,7 % bei den biopsierten, nichtpigmentierten Läsionen (85,3 % unter Einbeziehung der Differentialdiagnosen), bis zu 75,7 % (bis 91 % unter Einbeziehung der Differentialdiagnosen) bei den nicht-biopsierten pigmentierten Läsionen. Interessanterweise kam es lediglich bei den biopsierten pigmentierten Läsionen zu einer signifikanten Erhöhung der Übereinstimmungsrate durch Anwendung eines Dermatoskops (Warshaw, Gravely et al. 2015). Aus diesen Daten könnte man schließen, dass sich das teledermatologische Verfahren gut eignet für pigmentierte, solitäre Läsionen, bei denen dann auch ein Dermatoskop, wie beispielsweise ein Handyscope zur Anwendung kommen sollte. In Relation dazu, scheint es sich jedoch eher schlecht zu eignen für unpigmentierte Hautveränderungen, bei denen Verdacht auf Malignität besteht, also für nicht-melanozytären Hautkrebs. Allerdings zeigte sich in dieser Kategorie immerhin eine sehr hohe Übereinstimmung bezüglich des Therapiemanagements von 85,3 %. Möglicherweise ähneln sich hier optisch die verschiedenen Tumoren und Präkanzerosen zu sehr, zudem ist die Bandbreite der möglichen Differentialdiagnosen bei nicht-melanozytärem Hautkrebs sehr groß. Bei Verdacht auf eine maligne nicht-melanozytäre Neubildung ist das Therapiemanagement jedoch in der Regel einfach, sodass auch eine Fehldiagnose in der Regel in die operative Entfernung und histopathologische Untersuchung des Präparats mündet.

In unserer Untersuchung fanden sich unter den 29 Fällen ohne diagnostische oder differentialdiagnostische Übereinstimmung insgesamt acht Fälle von nicht-melanozytären malignen Neubildungen oder Präkanzerosen. In zwei dieser acht Fälle wäre es, unter der Annahme, dass der Kliniker mit seiner Diagnose korrekt, und der Teledermatologe

falsch lag, zu einer insuffizienten Therapie der Läsion gekommen. In einem Fall wurde eine vom Kliniker als Cheilitis actinica (also Präkanzerose) eingestufte Hautveränderung vom Teledermatologen als Lippenekzem erkannt, welches mit topischen Steroiden therapiert werden sollte, in dem anderen Fall diagnostizierte der Kliniker ein Basalzellkarzinom, während der Teledermatologe ein Histiozytom sah, welches mit pflegenden Externa behandelt werden sollte. In den restlichen sechs Fällen strebte jedoch auch der Teledermatologe eine Exzision oder Biopsie mit histopathologischer Untersuchung der Läsion an, sodass die unterschiedlichen Diagnosen dennoch in das gleiche Therapieschema mündeten. Insgesamt wurde also in nur einem Fall eine Neubildung seitens des Teledermatologen als benigne und seitens des Klinikers als maligne eingestuft, also unter-diagnostiziert (Tab. 30).

In einer anderen Studie mit 200 Teilnehmern und insgesamt 491 solitären Läsionen erreichte Teledermatoskopie bei der Erkennung von melanozytären und nicht-melanozytären Neoplasien eine Sensitivität von 100 % bei einer Spezifität von 90 %. In 74 % der Fälle stimmten die Diagnosen exakt überein. Insgesamt 12 Läsionen waren bei der persönlichen Begutachtung des jeweiligen Patienten zunächst als maligne eingestuft, und vom Teledermatologen als benigne Läsion diagnostiziert worden. Bei der histopathologischen Aufarbeitung des jeweiligen Präparats hatte sich letztlich jedoch nur eine dieser Läsionen als tatsächlich maligne erwiesen, sodass im Rahmen der Studie nur eine Hautveränderung vom Teledermatologen fälschlicherweise als benigne eingestuft worden, also unter-diagnostiziert worden war. Bei der Hälfte der Patienten in dieser Untersuchung war ein Arztbesuch nach Einschätzung der Mediziner nicht mehr notwendig und 74 % der Hautveränderungen wären nach Einschätzung der Untersucher auch von einem Allgemeinmediziner zu behandeln gewesen (Tan, Yung et al. 2010). Insgesamt kommen alle Untersucher zu dem Schluss, dass die Anwendung eines Dermatoskops die Übereinstimmungsrate der Diagnosen mit dem Kliniker erhöht, und es bei solitären Läsionen, beziehungsweise zur besseren Einschätzung der Dignität stets zur Anwendung kommen sollte. Dieser Empfehlung können wir uns mit unseren Ergebnissen anschließen. Auch bei uns zeigte sich unter Verwendung des Handyscopes eine Übereinstimmung der Diagnosen und Differentialdiagnosen von 92,3 % (Tab. 20) im Vergleich zu einer Übereinstimmungsrate von 83,9 % (Tab. 6) ohne Anwendung des Handyscopes.

Natürlich besteht auch die Möglichkeit, dass der Kliniker eine Fehldiagnose stellt, schließlich kommen auch bei persönlicher Vorstellung verschiedene Ärzte zu

unterschiedlichen Diagnosen. So zeigte sich auch in unserer Untersuchung in 11 von 37 Fällen (27,8 %) ohne Anwendung des Handyscopes (Tab. 11) und in 2 von 6 (33,3 %) Fällen unter Anwendung des Handyscopes eine Diskrepanz zwischen der Diagnose des Klinikers und dem Goldstandard, nämlich der histopathologischen Diagnose.

In der Studie von Aguilera und seinen Kollegen wurden die Fälle von drei verschiedenen Teledermatologen ausgewertet, von denen einer wiederum nach einer Latenz von zwei Tagen auch die persönliche Begutachtung des Patienten übernahm, was in diesem Studiendesign den Goldstandard darstellte. Wie zu erwarten, zeigte sich hierbei eine signifikant höhere *Intraobserver*-Übereinstimmung (bei dem Teledermatologen, der den Patienten dann auch persönlich sah) im Vergleich zur *Interobserver*-Übereinstimmung unter den Teledermatologen. Einige Fälle, bei denen es zu Diskrepanzen unter den Teledermatologen kam, wurden beispielhaft dargestellt. So wurde im Rahmen des persönlichen Arzt-Patienten-Kontakts ein Nävus depigmentosus diagnostiziert, und seitens der Teledermatologen ein Lichen sclerosus et atrophicus, und zweimal eine Vitiligo. Weitere Beispiele waren eine Pityriasis rosea, die teledermatologisch als seborrhoische Dermatitis, und akutes Ekzem diagnostiziert wurde und ein histologisch gesichertes juveniles Xanthogranulom, das vom Kliniker als Pilomatrixom und von den Teledermatologen als Dermatofibrom, Epidermalzyste und Angioleiomyom fehldiagnostiziert worden war (Romero Aguilera, Cortina de la Calle et al. 2014). Dies zeigt einerseits, dass verschiedene Dermatologen mit langjähriger Erfahrung durchaus zu völlig unterschiedlichen Diagnosen kommen und wie schwierig sich die reine Blickdiagnose mit den standardisierten Anamnesebögen ohne die Möglichkeit von weiteren Rückfragen gestalten kann, es zeigt andererseits aber auch die Vielfalt der Dermatologie mit ihren mannigfaltigen Erkrankungen und Neubildungen, die rein optisch oftmals nicht zu unterscheiden sind. Auch Tan et al. verglichen in ihrer teledermatoskopischen Studie mit 200 Patienten und einer Gesamtzahl von 491 ausschließlich solitären Läsionen die Übereinstimmungsrate zwischen zwei Teledermatologen und kamen auf 72,3 % Übereinstimmung.

Edison et al. untersuchten dagegen bei 110 Patienten die Übereinstimmung der Erstdiagnosen unter den vier Klinikern, und kamen auf ein Ergebnis von durchschnittlich 75 %, wobei die Werte zwischen den jeweiligen untersuchten Paaren von 67 % bis 87 % reichten (Edison, Ward et al. 2008). Dies beweist, dass die Diskrepanzen der Diagnosen nicht nur unter den Teledermatologen vorkommen, die ja aufgrund der mitunter mäßigen Bildqualität, der mangelnden Haptik und Ganzkörperinspektion, sowie der restriktiven Anamnese unter erschwerten Bedingungen bewerten müssen, sondern auch bei den Klinikern bei der persönlichen Untersuchung.

Diese Zahlen sollten bei der Bewertung der Diagnoseübereinstimmung und damit auch der Qualität teledermatologischer Verfahren im Allgemeinen berücksichtigt werden. Zieht man also in Betracht, dass selbst die Kliniker untereinander in nur 67 % - 87 % der Fälle bezüglich der Diagnosen übereinstimmen, so befindet sich der von uns erhobene Wert mit 83,9 % Diagnoseübereinstimmung in genau diesem Rahmen. Damit wäre die Diagnoseübereinstimmung mit dem von uns angewandten Verfahren, also der Smartphone-App, der vom persönlichen Arztbesuch bei unterschiedlichen Ärzten nicht unterlegen.

## 5.6 Subjektive Diagnosesicherheit

Auf der Punkteskala von Null bis Fünf erreichten die Kliniker gemeinsam einen durchschnittlichen Punktwert von 2,88, der Teledermatologe einen durchschnittlichen Wert von 3,17. Die Kliniker waren dabei bei 38,5 % der Fälle komplett unsicher bis unsicher, wohingegen der Teledermatologe sich bezgl. der Diagnose nur bei 23,1 % der Fälle komplett unsicher bis unsicher zeigte (Tab. 7). Hierbei gilt zu beachten, dass es sich bei unserer Untersuchung beim Teledermatologen um eine Oberärztin mit langjähriger praktischer Erfahrung und entsprechender Expertise handelte. Bei den Klinikern handelte es sich um fünf verschiedene Assistenzärzte, die sich zum Zeitpunkt der Studie in den letzten beiden Jahren ihrer Facharztausbildung befanden. Die höhere Einschätzung der Sicherheit bzgl. der Diagnosestellung könnte beim Teledermatologen also auch durch die langjährige Erfahrung erklärt werden. Auch wurden seitens des Teledermatologen mehr differentialdiagnostische Überlegungen notiert, was auf ebendiese Erfahrung zurück zu führen sein könnte.

Wurde das Handyscope angewandt, so stieg die Diagnosesicherheit auf beiden Seiten. Auf Seiten des Klinikers kam es zu einem Mittelwert von 3,62 Punkten, auf Seiten des Teledermatologen zu 3,58 Punkten. Keine der beiden Parteien gaben an „komplett unsicher“ oder „unsicher“ zu sein. Offensichtlich steigerte also die Verwendung des Dermatoskops als zusätzliche diagnostische Maßnahme auch beim Kliniker die Sicherheit der eigenen Diagnose. In 42,3 % der Fälle war sich der Teledermatologe sogar „sehr sicher“ (Tab. 21).

Da sich bei unserer Untersuchung die Kliniker aus einem Kollektiv an Assistenzärzten zusammensetzten, und es sich hierbei nicht nur um eine sehr subjektive Einschätzung



---

verschiedener Personen handelt, sondern diese auch noch stark vom eigenen Charakter und der Selbstsicherheit des jeweiligen Behandlers abhängt, sollten die Werte hier besonders kritisch betrachtet werden.

An der Untersuchung von Romero Aguilera et al. nahmen ebenfalls verschiedene Ärzte mit unterschiedlicher Berufserfahrung teil. War der Einschluss eines Patienten in die Studie erfolgt, so machte ein Arzt aus der medizinischen Grundversorgung, beispielsweise ein Allgemeinmediziner, der zuvor photographisch und dermatologisch geschult worden war, 2 - 3 Aufnahmen der Hautveränderung und füllte den standardisierten Anamnesebogen aus. Die teledermatologische Auswertung erfolgte anschließend durch drei verschiedene Dermatologen und zwei Tage später wurde der Patient durch einen dieser drei Teledermatologen persönlich angesehen, was in dieser Studie den Goldstandard darstellte.

Der jüngste Dermatologe war dabei eher unsicher in der Bewertung seiner eigenen Diagnose und bezüglich dem reinen „online-Management“ der Fälle, wohingegen ein erfahrener Kliniker selbstsicherer hinsichtlich der Diagnose war und auch weniger persönliche Arztbesuche empfahl. In dieser Studie korrelierte die subjektive Diagnosesicherheit mit der Diagnoseübereinstimmung und war assoziiert mit der Empfehlung eines persönlichen Arztbesuchs und der Bildqualität. Daraus schlossen Aguilera und seine Kollegen, dass der Teledermatologe die Wahrscheinlichkeit einer fehlerhaften Diagnose seinerseits anhand seiner subjektiven Diagnosesicherheit recht zuverlässig einschätzen kann, und bei schlechter Bildqualität oder niedriger Diagnosesicherheit eher zu persönlichen Arztkonsultationen rät (Romero Aguilera, Cortina de la Calle et al. 2014). Dies zeigt sowohl wie wichtig und wie richtig die persönliche Selbsteinschätzung ist, als auch, dass die Mediziner dieser Einschätzung Folge leisten und dementsprechend bei eigener Unsicherheit auch einen Arztbesuch empfehlen.

In zahlreichen weiteren Studien konnte bisher gezeigt werden, dass die subjektive Einschätzung der Diagnosesicherheit seitens der Ärzte mit der Übereinstimmung der Diagnosen korrelierte (Warshaw, Gravely et al. 2015) (Weingast, Scheibbock et al. 2013) (Romero, Sanchez et al. 2010).

## 5.7 Vergleich der Diagnosegenauigkeit

Aufgrund der eben geschilderten Problematik, dass auch Kliniker bei persönlichem Patientenkontakt bei dem gleichen Patienten zu unterschiedlichen Diagnosen kommen, hat sich als Goldstandard zur Bestimmung der Diagnosegenauigkeit die histologische Untersuchung durchgesetzt. In unserer Untersuchung erfolgte in 37 Fällen (bei denen das Handyscope nicht angewandt wurde) die weitere histologische Aufarbeitung eines Probeexzidats. Die Diagnosen des Klinikers stimmten in 72,2 % der Fälle, die des Teledermatologen in 58,3 % mit der Histologie überein (Tab. 11). Bezieht man die Differentialdiagnosen mit ein, so kommt man beim Kliniker auf eine Diagnosegenauigkeit von 81,1 %, beim Teledermatologen in 70,3 %. In einem der 37 Fälle war ein BCC, also eine maligne Läsion vom Kliniker als Morbus Bowen und vom Teledermatologen als Abszess eingestuft, also „unter-diagnostiziert“ worden. Allerdings hatte der Teledermatologe einen „malignen Tumor“ differentialdiagnostisch in Betracht gezogen und im Therapiemanagement explizit eine Wiedervorstellung zur Kontrolle der Läsion nach antibiotischer Therapie gefordert. Insgesamt hätte diese Fehldiagnose also keine schwerwiegenden Konsequenzen nach sich gezogen.

Ebenso erfolgte bei sechs der 26 Patienten, bei denen das Handyscope zur Verwendung kam eine histologische Untersuchung der Hautveränderung. In vier der sechs Fälle (66,6 %), und zwar bei denselben vier Patienten, stimmten Kliniker und Teledermatologe mit der Histologie überein. Bezieht man die Differentialdiagnosen mit ein, so kam es bei beiden Seiten zu einer Übereinstimmung in fünf Fällen (83,3 %).

In bisherigen Untersuchungen reichte die Genauigkeit teledermatologischer Diagnosen (basierend auf histopathologischen Referenzdiagnosen) unter Anwendung von Teledermatoskopie von 75 % bis 95 % (Piccolo, Smolle et al. 1999, Piccolo, Smolle et al. 2000, Blum, Hofmann-Wellenhof et al. 2004, Ferrara, Argenziano et al. 2004, Moreno-Ramirez, Ferrandiz et al. 2006, Kroemer, Fruhauf et al. 2011, Senel, Baba et al. 2013), wobei bei allen Studien hier, nur solitäre Läsionen untersucht wurden, und wiederum nur Senel et al. ausschließlich nicht-pigmentierte Läsionen untersuchten. Senel und seine Kollegen kamen bei der histologischen Auswertung von 82 Präparaten auf eine Diagnosegenauigkeit von 85 %, bzw. 88 % der beiden Teledermatologen. Bekamen die Teledermatologen zusätzlich dermatoskopische Aufnahmen, so stieg die Diagnosegenauigkeit sogar statistisch signifikant auf 94 %, bzw. 95 %. Zudem sank die Anzahl der fälschlicherweise seitens der Teledermatologen als benigne eingestuften malignen Läsionen von elf auf vier.

In einer weiteren Studie von Börve und seinen Kollegen wurde das iPhone 4 zur Erstellung der Bilder verwendet und die Anwendbarkeit einer App untersucht. Es wurden jedoch nur Hautveränderungen in die Untersuchung aufgenommen, die biopsiert und histopathologisch untersucht worden waren. Von den insgesamt 69 Läsionen wurden hierbei zunächst Übersichtsaufnahmen angefertigt und anschließend das Handyscope aufgesetzt um eine weitere dermatoskopische Aufnahme mit 20-facher Vergrößerung zu erstellen. Die Bilder wurden anschließend anonymisiert gemeinsam mit einem standardisierten Anamnesebogen mithilfe der App an zwei verschiedene Teledermatologen weitergeleitet. Diese waren bezüglich des Therapiemanagements nicht komplett verblindet, wussten sie doch, dass eine histologische Untersuchung der zu begutachtenden Läsion erfolgt war. Dies bedeutet auch, dass die eingeschlossenen Läsionen nicht das volle Spektrum an singulären Hautveränderungen im klinischen Alltag widerspiegelt. Zunächst sollten die Teledermatologen die Hautveränderung den Unterkategorien „benigne“ und „maligne“, und „melanozytär“ oder „nicht-melanozytär“ zuordnen. Bei der Befundung konnte aus folgenden Diagnosen gewählt werden: „Melanom“, „Melanoma-in-situ“, „dysplastischer Nävus“, „benigner Nävus“, „Basalzellkarzinom“, „spinozelluläres Karzinom“, „spinozelluläres Karzinom-*in-situ*“, „aktinische Keratose“, „seborrhoische Keratose“, „Dermatofibrom“, „Angiom“, oder „andere“. Der Kliniker lag in 66,7 % der Fälle mit seiner Diagnose korrekt, Teledermatologe 1 in 50,7 % der Fälle und Teledermatologe 2 in 60,9 %. Hierbei zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Diagnosegenauigkeit von Teledermatologe 1 zu dem Kliniker. Hinsichtlich der Klassifikation der Läsionen in „benigne“ oder „maligne“, „melanozytär“ und „nicht-melanozytär“ zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Kliniker und den Teledermatologen, oder bei den Teledermatologen untereinander. Interessanterweise hatten sich die Teledermatologen bei manchen Hautveränderungen gegen eine Behandlung (wie Biopsie, oder Exzision) entschieden, obwohl sie bereits wussten, dass es sich um Läsionen handelte, die auf Weisung des Klinikers histologisch begutachtet worden waren. Dies hätte bei einem Melanom-in-situ zu einer fatalen Fehlentscheidung bezüglich des Therapiemanagements geführt (Borve, Terstappen et al. 2013). In unserer Studie wurde zwar kein malignes Melanom, jedoch eine Lentigo maligna, also ein Melanoma-in-situ histologisch diagnostiziert. Diese wurde sowohl vom Kliniker, als auch vom Teledermatologen als dysplastischer NZN eingestuft, ein malignes Melanom war von beiden jedoch zumindest differentialdiagnostisch in Betracht gezogen worden. Beide Ärzte hatten daher auch dringend zu einer Exzision geraten, sodass es in der Konsequenz zu keiner Fehlentscheidung kam.

## 5.8 Vergleich der empfohlenen diagnostischen Vorgehensweise

Bezüglich des empfohlenen diagnostischen Procedere ordneten die Kliniker in 65,7 % der Fälle weitere Diagnostik an, wohingegen der Teledermatologe in nur 57,4 % weitere Diagnostik empfahl. Auch hier könnte die langjährige klinische Erfahrung der Oberärztin und die damit verbundene größere subjektive Sicherheit bei Diagnosestellung eine Rolle spielen. Hinzu kommt, dass es sich beim Patientengut zu großen Teilen um Privatpatienten handelte, wobei kritisch zu hinterfragen wäre, ob bei diesen Patienten gegebenenfalls in der Klinik eine ausführlichere Diagnostik durchgeführt wird. Der Teledermatologe dagegen profitiert nicht von erweiterter Diagnostik, zumindest nicht in wirtschaftlicher Hinsicht.

Die am häufigsten angeordneten diagnostischen Maßnahmen stellen dabei bakteriologische und mykologische Diagnostik, allergologische Diagnostik, Dermatoskopie und Histologie dar (Tab. 9).

In der Studie von Weingast et al. wurden in 76 % der Fälle (bei denen eine Diagnosestellung möglich war) weitere diagnostische Maßnahmen empfohlen, lediglich in 24 % der Fälle wurde eine Diagnose gestellt, ohne dass weitere Diagnostik gefordert wurde (Weingast, Scheibbock et al. 2013).

## 5.9 Vergleich der Therapieempfehlung

In den meisten Fällen wurde eine Therapie angeordnet, sowohl seitens des Klinikers (86,4 %), als auch seitens des Teledermatologen (89,3 %). Wurde eine pharmakologische Therapie angeordnet, so handelte es sich mehrheitlich um rezeptpflichtige Medikamente (Tab. 15). In 60,4 % der Fälle stimmten die beiden Parteien komplett überein bezüglich der Therapiemaßnahmen. In weiteren 8,3 % kam es zu einer zumindest teilweisen Übereinstimmung des therapeutischen Procedere. In 14,2 % der Fälle war eine Aussage hierüber nicht möglich, da von einer der beiden Seiten keine Therapie empfohlen worden war, beispielsweise da erst das Ergebnis der Diagnostik oder eine Verlaufskontrolle abgewartet werden sollte. Der Kliniker rezeptierte in 21,2 % der Fälle systemisch anzuwendende Medikamente, der Teledermatologe in 27,8 % der Fälle. Unter den am häufigsten angeordneten Therapiemaßnahmen finden sich antientzündlich wirkende Externa wie Steroide und Calcineurininhibitoren, aber auch Antimykotika, sowie kleinere chirurgische Eingriffe wie Kürettage und Exzision. Unter den systemisch einzunehmenden Substanzen stellen

Antihistaminika und Antibiotika die häufigsten Wirkstoffklassen dar. Vom Kliniker war in insgesamt 39 Fällen ein operativer Eingriff (Exzision, Inzision, Kürettage) empfohlen worden, vom Teledermatologen in 40 Fällen (Tab.14).

In einer Untersuchung von Romero und seinen Kollegen zeigte sich eine Übereinstimmung hinsichtlich der Therapieempfehlung (teilweise und komplett) bei einem *store-and-forward* Verfahren mit 192 Patienten von 85,3 %. In dieser Studie erfolgte keine Präselektion der Erkrankungen, jedoch nahmen Tumoren 50 % der zu befundenden Krankheitsbilder ein, was das Therapiemanagement deutlich vereinfachte.

Eine Untersuchung mit 10 Psoriatikern, also chronisch erkrankten Patienten, zeigte eine gute Übereinstimmungsrate bezüglich der erhobenen PASI<sub>50</sub> Werte und des Therapiemanagements zwischen zwei Teledermatologen und dem Kliniker. Die Patienten erhielten dabei Smartphones, um ihre Hautareale in bestimmten zeitlichen Intervallen photographisch zu dokumentieren und die Aufnahmen an die Teledermatologen zu versenden, und besuchten gleichzeitig in regelmäßigen Abständen die Sprechstunde in der Klinik. Anschließend wurden die erhobenen PASI<sub>50</sub> und PPASI<sub>50</sub> Werte, sowie das empfohlene Therapiemanagement miteinander verglichen. (Fruhauf, Schwantzer et al. 2010).

In einer Studie von Nami et al. mit 391 Patienten zeigte sich eine Übereinstimmung der Therapiemaßnahmen in knapp 73 % der Fälle bei systemischen Therapien und in knapp 74 % bezüglich der lokalen Therapien. Bei chirurgischen Eingriffen kamen die Untersucher sogar zu einer Übereinstimmung in 90 % der Fälle. Allerdings waren bei dieser Studie pigmentierte Läsionen bereits im Vorhinein von der Untersuchung ausgeschlossen (Nami, Massone et al. 2015). Insgesamt wurden in dieser Studie ähnlich häufig Medikamente verschrieben wie in unserer, nämlich in 31 % (systemische und lokale Therapeutika) der Fälle.

Warshaw et al. dagegen untersuchten in ihrer Studie ausschließlich umschriebene Neoplasien und gaben lediglich fünf verschiedene, auszuwählende Therapieoptionen an. Die Übereinstimmung des Therapiemanagements reichte in dieser Studie von 66,7 % bis 85,3 %, wobei sich diese hohe Übereinstimmungsrate von 85,3 % nur bei den nichtpigmentierten Neoplasien zeigte (Warshaw, Gravely et al. 2015).

Eine weitere Studie, bei der ausschließlich singuläre Läsionen untersucht wurden, kam beim Therapiemanagement zu ebenfalls beeindruckenden Ergebnissen. Die Mediziner konnten dabei jedoch lediglich aus den Kriterien „Biopsie“ versus „keine Biopsie“ wählen und kamen

zu Übereinstimmungsraten von 100 % (Shapiro, James et al. 2004). An der Studie von Shapiro nahmen 49 Patienten mit pigmentierten und unpigmentierten singulären Läsionen teil, von jedem Patienten wurden im Durchschnitt 4,5 Aufnahmen angefertigt. Bei insgesamt 26 Patienten kamen der Teledermatologe und der Kliniker zu der Übereinkunft eine Biopsie durchzuführen. Dabei wurde jedoch nicht weiter ausgeführt, ob die beiden Untersucher sich in ihrer Begründung der Entscheidung für die Biopsie unterschieden. So wurden die Biopsien entweder zum Ausschluss eines malignen Geschehens, zu diagnostischen Zwecken, oder aus ästhetischen Gründen durchgeführt.

Hier sollte jedoch die ausgeprägte Präselektion der Patienten, bzw. der Krankheitsbilder und die stark eingeschränkte Wahlmöglichkeit beim therapeutischen Procedere die hohen Raten an Übereinstimmung kritisch bewerten lassen. Dies lässt keinen Vergleich mit den von uns erhobenen Ergebnissen zu.

### **5.10 Vergleich der Einschätzung bezgl. Notwendigkeit einer persönlichen Vorstellung**

Der Kliniker hielt eine persönliche Vorstellung des Patienten in 57,4 % der Fälle für notwendig, der Teledermatologe lediglich in 44,4 % (Tab. 16). Die Notwendigkeit des Arztbesuchs wurde beiderseits mehrheitlich aufgrund der anstehenden Diagnostik empfohlen. Das heißt bei unserer Untersuchung hätte nach Ansicht des Klinikers in 42,6 % der Fälle ein Arztbesuch vermieden werden können, nach Ansicht des Teledermatologen in 55,6 % der Fälle. In der Literatur reichen dabei die Angaben von mageren 8 % an Arztbesuchen, die hätten vermieden werden können (Mallett 2003) bis zu 70 % (Romero, Sanchez et al. 2010). Dabei konnten die 325 Patienten in der Studie von Mallett angeben ob ihnen ein „teledermatologischer Rat“ ausreichte, oder sie einen zusätzlichen Arztbesuch wünschen. Nur 8 % der Patienten entschieden sich dabei für den Rat, und unter diesen fanden sich Diagnosen wie Basalzellkarzinome, solare Keratosen, und Ulzera. Also Diagnosen, die eine ärztliche Untersuchung und adäquate Therapie benötigen. Romero und seine Kollegen verglichen in ihrer Untersuchung ein *real-time*-Verfahren (176 Patienten) mit dem üblichen *store-and-forward*-Verfahren (192 Patienten), das auch bei uns zur Anwendung kam, wobei sich das *real-time*-Verfahren bezüglich der Vermeidung einer persönlichen Vorstellung nicht als vorteilhaft erwies. In beiden Fällen hätte nach Einschätzung der Untersucher ein konventioneller Arztbesuch in 70 % der Fälle vermieden werden können.

Romero Aguilera et al., kamen in ihrer Studie mit 170 Patienten und 510 zu befundenen Hautveränderungen, die ebenfalls während des klinischen Alltags, und ohne Präselektion der Patienten durchgeführt wurde, zu der Einschätzung, dass in 58 % der Fälle ein persönlicher Arztbesuch nicht notwendig gewesen wäre (Romero Aguilera, Cortina de la Calle et al. 2014).

Bei der Bewertung der Dringlichkeit in unserer Untersuchung gehen die Ansichten der beiden Parteien deutlich auseinander. Der Kliniker favorisiert eine Vorstellung im Verlauf in 53,6 %, der Teledermatologe empfiehlt dagegen überwiegend eine zeitnahe Vorstellung, und zwar in 67,5 % der Fälle (Tab. 18). Hier zeigt sich also ein deutlich vorsichtigeres Vorgehen seitens des Teledermatologen. Möglicherweise spiegelt sich hier doch eine gewisse Unsicherheit, oder besser gesagt, Vorsichtigkeit oder Umsichtigkeit durch die fehlende Ganzkörperinspektion und die weniger ausführliche Anamnese wider.

## 5.11 Fälle ohne Übereinstimmung

Bei den insgesamt 29 Fällen, inklusive der zwei Fälle, bei denen das Handyscope zur Anwendung kam, bei denen es zu keiner Übereinstimmung zwischen den Diagnosen und/oder Differentialdiagnosen kam, wurde auffällig oft das freie Kommentarfeld des Teledermatologen benutzt (Tab. 30). Eine ausführlichere Anamnese oder Ganzkörperinspektion wäre hier in manchen Fällen sicherlich zielführend gewesen. So wurde genau dies gefordert bei einer Kälte-Pannikulitis, die seitens des Teledermatologen als Erysipel eingestuft wurde (Tab. 29, #68), bei einem Erythrasma, das als Tinea diagnostiziert wurde (#170), ebenso wie bei einer Follikulitis, die als Prurigo simplex subacuta gesehen wurde (#229)

Der Teledermatologe empfahl bei diesen 29 Fällen dennoch nicht häufiger, dass ein persönlicher Arztbesuch erfolgen sollte, und erwies sich auch im Durchschnitt nicht als unsicherer in der subjektiven Diagnosesicherheit.

Die Liste der Diagnosen des Klinikers umfasst dabei 12 solitäre Läsionen inklusive einiger Präkanzerosen und einem Basalzellkarzinom, und 17 diffus verteilte, infektiöse und parasitäre, sowie ekzematöse Erkrankungen. Da gerade diffus verteilte Hauterkrankungen und insbesondere papulosquamöse Dermatosen wie beispielsweise Psoriasis, Ekzemerkrankungen, aber auch Exantheme, sich nicht nur in ihrer jeweiligen Genese, sondern auch in ihrer Morphologie und Ausprägung stark unterscheiden, erscheinen hier

eine ausführliche Anamnese, sowie scharfe Detailaufnahmen aus unterschiedlichen Perspektiven, sowie ggf. die Inspektion des gesamten Integuments besonders wichtig.

Auch Nami et al. stellten in ihrer groß angelegten Studie fest, dass es gerade bei der Diagnose von Psoriasis, aber auch anderen entzündlichen Hauterkrankungen häufiger zu Abweichungen bezüglich der Diagnoseübereinstimmung kam (Nami, Massone et al. 2015). An ihrer Studie nahmen 391 Patienten teil, und es wurden pro Hauterkrankung 1-6 Aufnahmen mit der 8-megapixel-Kamera eines Smartphones (iPhone 4s, Apple Inc., Cupertino, C, USA) angefertigt. Auch in dieser Studie wurden die Aufnahmen nicht von den Patienten selbst, sondern von den Assistenzärzten der Klinik durchgeführt. Pigmentierte Hautläsionen wurden zuvor ausgeschlossen. Bei den 391 Patienten kamen sie auf eine beeindruckende Übereinstimmung der Diagnosen von 91,05 %. Die häufigsten gestellten Diagnosen in ihrer Untersuchung (im Gegensatz zu unserer Studie) waren benigne und maligne Tumoren, die auch eine hohe diagnostische Übereinstimmungsrate zeigten (90,7 %). Allerdings waren pigmentierte Läsionen von der Studie ausgeschlossen. Sie untersuchten zudem genauer bei welchen Dermatosen es vermehrt zu Unstimmigkeiten kam. Dabei stellten sie fest, dass es am häufigsten bei Psoriasis und gutartigen Neubildungen der Haut wie Lipomen, Dermatofibromen und Fibroma molle zu Fehldiagnosen seitens der Teledermatologen kam. Psoriasis wurde dabei beispielsweise mehrfach als Kontaktdermatitis diagnostiziert, ebenso umgekehrt. Auch Mykosen wie die Tinea wurde als Kontaktekzem missdeutet, ebenso wie virale Warzen als Karzinom, Prurigo nodularis als Scabies, und seborrhoische Keratosen als Karzinome, und umgekehrt.

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den Fällen ohne Übereinstimmung in unserer Untersuchung, auch hier stellte sich die Differenzierung zwischen Ekzemen, Scabies, Tinea, Prurigo nodularis und Exanthenen als auffallend schwierig dar, wie sich anhand der Fälle #57, #58, 154, #170, #191 und #229 veranschaulichen lässt.

In der Studie von Tan et al., die ein teledermatoskopisches Verfahren bei ausschließlich solitären Neubildungen untersuchte, kam es zudem zu Schwierigkeiten bei der Unterscheidung zwischen Melanomen, Nävuszellnävi, seborrhoischen Keratosen und Basalzellkarzinomen (Tan, Yung et al. 2010).

Bei den solitären Neubildungen gestaltete sich im Rahmen unserer Studie die Differenzierung zwischen Basalzellkarzinomen und Aktinischen Keratosen (#63, #221, #288), ebenso wie zwischen seborrhoischen Keratosen, Fibromen und Nävuszellnävi (#52, #153) als Herausforderung. In dieser Hinsicht können wir uns den Ergebnissen von Tan et al. also anschließen. In unserer Studie gab es jedoch kein malignes Melanom.



Zu den insgesamt sieben Fällen, bei denen entweder die Kliniker oder der Teledermatologe eine Präkanzerose oder maligne Hautveränderung diagnostizierten, sind in Abbildung 11 die Detailaufnahmen dargestellt. In zwei Fällen (#213, #292) war seitens des Klinikers eine Präkanzerose diagnostiziert worden, nämlich einmal eine Cheilitis actinica (Abb. 11d) und ein Keratoakanthom (Abb. 11a), die vom Teledermatologen als Lippenekzem und als dermaler Nävus eingeordnet wurden. Zudem war einmal seitens des Klinikers ein Basalzellkarzinom (#212, Abb. 11g) diagnostiziert worden, wohin gegen der Teledermatologe ein Histiozytom (Differentialdiagnose Prurigoknoten) diagnostizierte. In diesem einen Fall kam es in unserer Untersuchung, unter der Annahme der klinischen Diagnose als Goldstandard (bei in diesem Fall fehlender histologischer Diagnose) zu einer Fehldiagnose, bei der ein Basalzellkarzinom als benigne Hautveränderung eingestuft wurde. Den Diagnosen entsprechend weichen hier auch die Therapieschemata voneinander ab, so empfiehlt der Kliniker die Exzision der Hautveränderung, der Teledermatologe rät dagegen zur Hautpflege.

In der Studie von Nami et al. wurden insgesamt zwei maligne Läsionen fälschlicherweise durch den Teledermatologen als aktinische Keratose oder seborrhoische Keratose eingestuft, also unter-diagnostiziert.

Tan et al. definierten es als einen signifikanten Unterschied in den Diagnosen der Untersucher, wenn seitens des Klinikers eine maligne Läsion diagnostiziert worden war, während der Teledermatologe diese als benigne oder als lediglich präkanzerös einstufte, oder umgekehrt. Je nach Teledermatologe war dies in 13,8 % (53/385), bzw. 10,5 % (31/296) der Fall. Im Vergleich dazu, kam dies in unserer Untersuchung nur in 1,54 % der Fälle (4/194) vor (#63, #212, #221, #292). Insgesamt kam es bei Tan et al. zu 12 Fällen, in denen der Kliniker eine Hautveränderung als maligne eingestuft hatte, der Teledermatologe dagegen als benigne.

Die vorliegenden Daten bestätigen somit die Anwendbarkeit der mobilen Anwendungssoftware als telemedizinisches Verfahren, so zeigte sich letztlich neben der guten Akzeptanz der Patienten, auch eine ausreichende Diagnosegenauigkeit und eine niedrige Rate an signifikanten Fehldiagnosen, trotz des breiten Spektrums der Krankheitsbilder.

## 5.12 Limitierende Faktoren der Teledermatologie

Die größten Herausforderungen, bzw. Hindernisse für eine erfolgreiche und sinnvolle Nutzung der Möglichkeiten, die sich durch die Teledermatologie ergeben sind stark von der Gesundheitspolitik, der Infrastruktur, den kulturellen Gegebenheiten, dem Entwicklungsstand und Reichtum des jeweiligen Landes abhängig, aber auch von der Einstellung und Erwartung dessen Bürger zur eigenen Gesundheit und zum Arzt-Patienten-Verhältnis.

Zu den Grenzen der Teledermatologie in Entwicklungsländern gehören eine unzureichende (technologische) Infrastruktur, sowie in manchen Gegenden (wie beispielsweise in Nordafrika und dem Orient) kulturelle Hindernisse, wohingegen in den Industrienationen rechtliche Fragestellungen, mangelnde Erstattungsfähigkeit durch die Krankenkassen, eine hohe Anspruchshaltung gegenüber dem Arzt-Patienten-Kontakt, die Skepsis niedergelassener Mediziner gegenüber der teledermatologischen Konkurrenz und eine geringere Nachfrage im Vordergrund stehen. In Deutschland sind der Fernbehandlung von Patienten mit dem in der Musterberufsordnung für Ärzte (MBO-A) festgesetzten Fernbehandlungsverbot klare Grenzen gesetzt. Dabei untersagt §7 Abs. 4 der MBO-A jede ärztliche Behandlung, insbesondere auch die Beratung, die ausschließlich über Print- und Kommunikationsmedien durchgeführt wird.

Landow et al. führten eine Literaturrecherche durch, zur Identifikation der Schlüsselkriterien für den Erfolg teledermatologischer Verfahren. Wobei sie das wesentliche Erfolgskriterium dieser Verfahren überwiegend in der Eignung sahen, eine persönliche Konsultation des Arztes zu vermeiden. Die Untersucher konnten dabei vier Kriterien aus insgesamt 27 Veröffentlichungen herausfiltern: eine effektive Selektion der Patienten (d.h. ein Dermatologe oder Allgemeinmediziner mit dermatologischer Zusatzqualifikation entscheidet zunächst über die Eignung eines Falles für eine teledermatologische Konsultation), Aufnahmen von hoher Qualität, die Anwendung von Teledermatoskopie bei Läsionen mit der Fragestellung nach Malignität, bzw. bei pigmentierten Hautveränderungen allgemein, sowie eine gute Infrastruktur und eine prinzipiell offene Gesellschaft (Landow, Mateus et al. 2014).

Auch sollte bei teledermatologischen Verfahren, in denen der Patient direkt in Kontakt zu dem Experten, also zum Arzt steht, das Alter und die Fertigkeit im Umgang mit Smartphones berücksichtigt werden. In der Studie von Weingast et. al. beispielsweise

benötigten die meisten der über 60-Jährigen Patienten Hilfe bei der Anfertigung der Bildaufnahmen (Weingast, Scheibbock et al. 2013).

T.L. Williams et al. fanden heraus, dass die Zufriedenheit der Patienten mit teledermatologischen Verfahren von deren Lebensqualität abhängt und mit dem DLQI, also dem „Dermatology life quality Index“ korreliert. In vier von ausgebildetem Pflegepersonal betriebenen Praxen in Manchester wurden mithilfe von Digitalkameras Aufnahmen von Dermatosen von insgesamt 123 Patienten angefertigt und an Dermatologen versandt. Dieser von Krankenschwestern betriebene teledermatologische Service traf bei den Patienten mehrheitlich auf große Zustimmung. 93 % der Patienten gefiel der „Hotel-ähnliche“ Charakter dieses Services und 86 % der Patienten fanden ihn „angenehm“. 40 % der Patienten hätten jedoch einen persönlichen Kontakt mit dem Arzt bevorzugt. Und 17 % fühlten sich unter den gegebenen Bedingungen nicht in der Lage „frei“ zu sprechen. Die Patientenzufriedenheit korreliert hierbei mit der Lebensqualität der Patienten (Williams, Esmail et al. 2001). Die Untersucher stellten fest, dass Patienten mit einem hohen DLQI, also schwerkranke oder präfinale Patienten von einem konventionellen Arztbesuch mehr profitieren würden. Dabei gilt zu beachten, dass Patienten mit atopischem Ekzem, Psoriasis oder generalisiertem Pruritus einen höheren DLQI aufweisen, als Patienten mit Basalzellkarzinomen, Akne oder Verrucae (Finlay and Khan 1994). Inwieweit gerade diese Patienten jedoch von regelmäßigen teledermatologischen „follow-up“ Untersuchungen profitieren würden, wurde bisher noch nicht ausreichend untersucht.

Zudem scheinen sich manche Umstände grundsätzlich nicht für teledermatologische Verfahren zu eignen, wie beispielsweise eine Ganzkörperinspektion, Hautveränderungen in stark behaarten Körperarealen, phlebologische und proktologische Fragestellungen, Läsionen an Mund- und Genitalschleimhaut, melanozytäre Läsionen bei Hochrisikopatienten, sowie die Durchführung von Beratungsgesprächen. Eine weitere unüberwindbare Hürde stellt die mangelnde Haptik dar. Zahlreiche Hauterkrankungen, wie beispielweise Ekzeme sollten zusätzlich zum visuellen Eindruck noch manuell erfüllt werden. Eine Studie mit über 200 Patienten konnte zeigen, dass gerade Ekzemerkrankungen selbst unter Nutzung von teledermatologischen *real-time* Verfahren durch die Teledermatologen nicht ausreichend beurteilt werden konnten (Loane, Gore et al. 1998). Zudem könnte die Nutzung teledermatologischer Verfahren bei pigmentierten Läsionen dazu führen, dass Melanome übersehen werden. Eine Untersuchung von Aldridge et al. zeigte, dass der Anteil an zufällig entdeckten Melanomen bei Patienten, die

von Allgemeinmedizinern aufgrund anderer verdächtiger Hautveränderungen zum Dermatologen überwiesen wurden bei 33 % liegt (Aldridge, Naysmith et al. 2013). Basierend auf zwei prospektiven Studien im Vereinten Königreich mit insgesamt über 1800 Patienten zeigten Aldridge und seine Kollegen, dass eines von drei Melanomen ein Zufallsbefund ist, der bei der Beurteilung anderer Hautveränderungen erhoben wurde. Diese Melanome würden also bei rein teledermatologischer Begutachtung ausgewählter Läsionen gar nicht befundet werden, da sie offensichtlich zuvor dem Patienten oder Allgemeinmediziner nicht aufgefallen waren. Ein Screening mittels teledermatologischer Verfahren scheint eine Ganzkörperinspektion durch einen Dermatologen also nicht ersetzen zu können.

Neu auf dem Markt erscheinende Apps, die eine automatisierte Diagnosestellung bieten, könnten den Ruf teledermatologischer Apps, bei denen die Beurteilung durch qualifizierte Fachärzte erfolgt, massiv schädigen. Eine Untersuchung fand heraus, dass Smartphone Apps, bei denen die Diagnose auf rein errechneten Algorithmen basiert, niedrige positive und negative Vorhersagewerte zeigen (Wolf, Moreau et al. 2013). Wolf und seine Kollegen testeten drei Apps, bei denen die Diagnose nicht von einem Experten gestellt wurde, sondern automatisiert erfolgte. Es wurden die Aufnahmen von 60 malignen Melanomen und 128 benignen Kontrollläsionen untersucht, alle Diagnosen waren zuvor histologisch gesichert worden. Selbst die Beste der drei Apps bewertete 18 der 60 der Melanome (30 %) fälschlicherweise als unbedenklich. Damit verbunden sind natürlich große Gefahren für die Anwender, bzw. die Patienten, wie die Stellung eigener Diagnosen oder das sich Verlassen auf Diagnosen von unseriösen Apps und die Selbstbehandlung dieser Erkrankungen. Patienten sollten sich im Klaren darüber sein, dass solche Apps keinen Ersatz für einen Arztbesuch darstellen.

Zahlreiche Studien zeigten zudem bereits, dass es auch bei teledermatologischen Verfahren, bei denen die Diagnostik durch erfahrene Dermatologen erfolgte und die mit dermatoskopischen Aufnahmen arbeiteten, zu Fehldiagnosen und zum Übersehen und Missmanagement maligner Läsionen kam (Piccolo, Smolle et al. 2000, Blum, Hofmann-Wellenhof et al. 2004, Warshaw, Lederle et al. 2009, Tan, Yung et al. 2010, Borve, Terstappen et al. 2013).

Auch der Verlust von Privatsphäre und die Sicherheit wichtiger persönlicher Daten sollte bedacht werden. Mittlerweile sind zahlreiche Apps mit medizinischem Bezug auf den Markt gekommen, mit deren Hilfe wichtige Daten in Auftrag der Krankenkassen gesammelt werden sollen.

Die Bedenken der Ärzte umfassen neben den oben genannten Risiken und Defiziten, die sich unter anderem aus der fehlenden Ganzkörperinspektion ergeben, und neben rechtlichen Fragestellungen auch die der Bezahlung. Bisher erfolgt in wenigen Ländern eine Erstattung der durch teledermatologische Verfahren entstandenen Kosten seitens der Krankenkassen, Deutschland gehört nicht dazu. In den USA gibt es einige Projekte, die durch Krankenkassen unterstützt werden. Während dabei allerdings die Bezahlung der teledermatologischen Konsultation der des ärztlichen Besuchs gleicht, fallen die Einnahmen durch diagnostische Maßnahmen oder ein spezielles Therapiemanagement weg. Zudem ergeben sich seltener Nachsorgeuntersuchungen (Edison, Dyer et al. 2012) (Porter, Beierlein et al. 2010). All dies führt natürlich zu einer Reduktion des Einkommens der Ärzte und minimiert damit die Attraktivität teledermatologischer Konzepte.

Bei der von Goderma (Berlin, Deutschland) entwickelten mobilen Anwendungssoftware (*App*) für Smartphones, werden die teledermatologisch tätigen Fachärzte pro Fall mit etwa neun Euro vergütet. Für den teledermatologischen Rat mit entsprechenden Handlungsempfehlungen fallen für den Patienten Kosten in Höhe von 29 Euro pro zu begutachtender Hautveränderung an. Nach Angaben der Gründer von Goderma (Dr. Simon Lorenz und Simon Bolz) wurde die *App* bis August 2014 bereits 120.000 Mal heruntergeladen wurde, in insgesamt 96 Ländern. Im August 2014 erfolgte die Umbenennung des Unternehmens in Klara und die Expansion in die USA (Brower-Rabinowitsch 2014), wo sich die Unternehmer aufgrund der dort insgesamt größeren Bereitschaft der Bürger für ihre Gesundheit selbst zu zahlen einen größeren Erfolg als in Deutschland versprechen.

In den Niederlanden dagegen wurde eine Kostenrückerstattung bereits 2006 eingeführt. Eine Studie von Van der Heijden beobachtete eine Reduktion der Kosten um 18 % von teledermatologischen Verfahren im Vergleich zur konventionellen Versorgung (van der Heijden, de Keizer et al. 2011), aus wirtschaftlicher und politischer Sicht stellt dies natürlich einen großen Anreiz dar.

Zu guter Letzt stellt jedoch sicherlich die Akzeptanz und die Kooperation des Patienten einen der wichtigsten Faktoren für einen guten Behandlungserfolg dar. Gelingt es den verschiedenen Anbietern von teledermatologischen Verfahren das Vertrauen der Patienten bezüglich Datensicherheit und medizinischer Kompetenz zu gewinnen, so wären dem Erfolg dieser Verfahren zumindest von technischer Seite kaum Grenzen gesetzt.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

Telemedizin ist der Austausch an medizinischem Informationsmaterial, wodurch räumliche und zeitliche Differenzen zwischen Arzt (Telemediziner) und Patienten überwunden und Diagnosen und Therapieschemata erarbeitet werden können. Dank dem rasanten technischen Fortschritt und in Zeiten von Facharztmangel sowie steigendem Kostendruck im Gesundheitswesen gewann die Telemedizin in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Aufgrund des stark visuellen Aspekts der Dermatologie eignet sich dieser Fachbereich besonders gut für telemedizinische Verfahren.

In der vorliegenden Arbeit sollte die Anwendbarkeit eines teledermatologischen Verfahrens, einer speziellen App, untersucht werden. Dabei sollte analysiert werden, ob die vom Patienten zur Verfügung gestellten Bild- und Anamnesedaten ausreichend sind, um eine Diagnose und Therapieempfehlung zu erstellen, zudem sollte die Übereinstimmungsrate der vom Teledermatologen und vom Kliniker gestellten Diagnosen bestimmt werden und überprüft werden wie häufig die vom Teledermatologen und vom Kliniker empfohlenen Therapiemaßnahmen übereinstimmten. Zudem wurde erhoben wie häufig nach Einschätzung der Mediziner ein Arztbesuch mithilfe der App hätte vermieden werden können und untersucht wie sich die subjektive Sicherheit bezüglich der Diagnosestellung der beiden Untersucher zueinander verhält. Wir überprüften auch wie sich die Diagnosegenauigkeit bei Teledermatologe und Kliniker unter Einbeziehung der histopathologischen Diagnose als Goldstandard verhielt.

In unserer prospektiven Studie wurden 195 Patienten (116 Männer, 79 Frauen) zwischen einem und 89 Jahren eingeschlossen (Durchschnittsalter 50,6 Jahre), die sich in der Klinik für Dermatologie und Allergologie am Biederstein in den Jahren 2013 und 2014 mit einer sichtbaren Hauterkrankung vorstellten. Eine Präselektion der Krankheitsbilder erfolgte nicht. Der zuständige Assistenzarzt füllte einen standardisierten Antwortbogen zu Diagnose, Differentialdiagnose, Anordnung weiterführender Diagnostik, Therapieempfehlung und Sicherheit bei der Diagnosestellung aus, zudem sollte angegeben werden, ob ein Arztbesuch zwingend notwendig sei, und wenn ja, in welchem zeitlichen Rahmen. Die Patientendaten wurden dabei anonymisiert und mit einer Fallnummer versehen. Zudem wurde mittels eines iPhone 4s durch den Kliniker eine Übersichts- und eine Nahaufnahme der Hautveränderung angefertigt und die Fragen zur Anamnese der Patienten in der App beantwortet. Die Daten wurden dann mithilfe der

App an die Teledermatologin weitergeleitet, die ebenfalls den Fragebogen ausfüllte. Der Umgang mit dem Smartphone erfolgte dabei durchgehend und ausschließlich durch den Arzt. Bei insgesamt 26 dieser Patienten wurde zudem eine Nahaufnahme mit einem Handyscope angefertigt. Die Auswertung dieser Fälle erfolgte getrennt.

Es wurden seitens der Kliniker insgesamt 78 verschiedene Diagnosen gestellt. Die am häufigsten gestellten Diagnosen stellten die ekzematösen Hauterkrankungen (16,6 %) mit ihren Unterformen dar, gefolgt von nicht-melanozytären malignen Läsionen (15,4 %) und deren Vorstufen, gefolgt von infektiösen Dermatosen (12,4 %).

In 99 (58,9 %) Fällen stimmten die Erstdiagnosen von Kliniker und Teledermatologe exakt überein, in insgesamt 141 Fällen (83,9 %) stimmten die Erst- und/oder Differentialdiagnosen überein. Lediglich in 27 Fällen (16,1 %) stimmten weder die Erst-, noch die Differentialdiagnosen überein. Bei der subjektiven Einschätzung der Diagnosesicherheit, erwies sich der Teledermatologe als etwas sicherer: In 30,8 % der Fälle gab der Kliniker an unsicher zu sein, der Teledermatologe in 23,1 %. Bei der Einschätzung der beiden Untersucher in den jeweiligen Fällen zeigte sich keine Korrelation.

Größtenteils wurde von beiden Seiten weiterführende Diagnostik angeordnet, durch den Kliniker in 65,7 %, durch den Teledermatologen in 57,4 % der Fälle. Bei den diagnostischen Maßnahmen zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede. Es wurden jeweils am häufigsten bakteriologische, bzw. mykologische Untersuchungen angeordnet, gefolgt von histologischen Untersuchungen und allergologischer Diagnostik.

Das Handyscope wurde bei 26 Patienten angewandt. Die am häufigsten damit untersuchten Läsionen waren mit 38,5 % Nävuszellnävi. In 24 Fällen (92,3 %) stimmten die Diagnosen exakt überein. Bei Verwendung des Handyscopes zeigten sich beide Untersucher „unsicher“ bis „absolut sicher“, weder der Teledermatologe, noch der Kliniker gaben an „komplett unsicher“ oder „sehr unsicher“ zu sein. Die Ergebnisse bei Verwendung des Handyscopes werden im Folgenden in Klammer daneben gestellt.

In einem Großteil der Fälle wurde von beiden Seiten eine Therapie angeordnet, und zwar in 86,4 % (65,4 %) der Fälle seitens der Kliniker und in 89,3 % (55,4 %) seitens des Teledermatologen. Dabei kam es in 60,4 % (76,9 %) zu einer kompletten Übereinstimmung und in weiteren 8,3 % zu einer teilweisen Übereinstimmung. In 14,2 % der Fälle konnte hierüber keine Aussage gemacht werden, da entweder der Kliniker oder der Teledermatologe zunächst keine Therapie angeordnet hatten, beispielweise da zunächst das Ergebnis der Diagnostik abgewartet werden sollte. In über 50 % der Fälle

handelte es sich bei angeordneten Medikamenten um verschreibungspflichtige Substanzen. Zu den am häufigsten angeordneten therapeutischen Maßnahmen gehörten die Exzision der Effloreszenz neben der Applikation topischer Steroide. Unter Anwendung des Handyscopes stellte die am häufigsten angeordnete Therapiemaßnahme die Exzision der Effloreszenz dar.

Die persönliche Konsultation eines Arztes wurde seitens des Klinikers in 57,4 % (57,7 %) der Fälle empfohlen, der Teledermatologe hielt dies in 44,4 % (61,5 %) der Fälle für notwendig. Von beiden Seiten wurde dies mehrheitlich zur Durchführung weiterführender Diagnostik empfohlen. Der Kliniker hielt hierbei eine zeitnahe ärztliche Vorstellung des Patienten nur in 46,4 % (54,5 %) der Fälle für notwendig, der Teledermatologe favorisierte die zeitnahe Vorstellung dagegen in 67,5 % (90 %) der Fälle.

Bei insgesamt 37 (6) Patienten wurde ein Probebiopsat der zu diagnostizierenden Hauterkrankung genommen und histologisch untersucht. Bei diesen Patienten konnte also zudem die Diagnosegenauigkeit der Untersucher überprüft werden. Die Diagnosen des Klinikers stimmten in 26 der 37 Fälle, also 70,3 % (66,6 %) mit der Histologie überein, die des Teledermatologen in 20 Fällen, also in 54,1 % (66,6 %). Bezieht man die jeweils gestellten Differentialdiagnosen mit ein, so kam es beim Kliniker zu einer Übereinstimmung in 81,1 % (83,3 %), beim Teledermatologen in 70,3 % (83,3 %).

Die Liste der 29 Fälle, bei denen es zu keiner Übereinstimmung in Diagnose oder Differentialdiagnose kam (inklusive der beiden Fälle mit Anwendung des Handyscopes) umfasste solitäre Läsionen ebenso wie infektiöse und ekzematöse Hauterkrankungen und stellt ein buntes Bild an dermatologischen Krankheitsbildern dar. In einem Fall kam es zu einer Fehldiagnose, bei der eine vom Kliniker als maligne eingestufte Hautveränderung (Basalzellkarzinom), vom Teledermatologen für benigne befunden wurde.

Die vorliegenden Daten belegen die Anwendbarkeit einer teledermatologischen mobilen Anwendungssoftware, die bei gezielter Anwendung (unter Zuhilfenahme des Handyscopes) unterstützend zum klassischen Arztbesuch insbesondere bei solitären Läsionen zum Einsatz kommen könnte. Ein konventioneller Arzt-Patienten-Kontakt wird jedoch bei einer Reihe anderer dermatologischer Fragestellungen, die eine ausführliche Anamnese, eine Ganzkörperinspektion oder spezielle Untersuchungstechniken erfordern, weiterhin zur genaueren Diagnose führen.



# LITERATURVERZEICHNIS

Aldridge, R. B., Naysmith L., Ooi, E.T., Murray, C.S., Rees, J. L.  
The importance of a full clinical examination: assessment of index lesions referred to a skin cancer clinic without a total body skin examination would miss one in three melanomas.  
Acta Derm Venereol 93 (2013) 689-692

Barnard, C. M., Goldyne, M. E.  
Evaluation of an asynchronous teleconsultation system for diagnosis of skin cancer and other skin diseases.  
Telemed J E Health 6 (2000) 379-384

bitkom (2015)  
44 Millionen Deutsche nutzen ein Smartphone  
(<https://http://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/44-Millionen-Deutsche-nutzen-ein-Smartphone.html>)  
Stand: 15.02.2016

BKK (2011)  
Bevölkerungsumfrage BKK 2011 Thema Arztbesuche  
([http://www.bkk-bayern.de/uploads/media/BKK\\_Arztbesuchumfrage\\_Gesamtband\\_190411.pdf](http://www.bkk-bayern.de/uploads/media/BKK_Arztbesuchumfrage_Gesamtband_190411.pdf))  
Stand: 15.02.2016

Blum, A., Hofmann-Wellenhof, R., Luedtke, H., Ellwanger, U., Steins, A., Roehm, S., Garbe, C., Soyer, H. P.  
Value of the clinical history for different users of dermoscopy compared with results of digital image analysis.  
J Eur Acad Dermatol Venereol 18 (2004) 665-669

Borve, A., Terstappen K., Sandberg, C., Paoli J.  
Mobile teledermoscopy-there's an app for that!  
Dermatol Pract Concept 3 (2013) 41-48

Bowns, I. R., Collins, K., Walters, S.J., McDonagh, A.J.  
Telemedicine in dermatology: a randomised controlled trial.  
Health Technol Assess 10 (2006) iii-iv, ix-xi, 1-39

Boyce, Z., Gilmore, S., Xu, C., Soyer, H. P.  
The remote assessment of melanocytic skin lesions: a viable alternative to face-to-face consultation.  
Dermatology 223 (2011) 244-250

Braun, R. P., Vecchietti, J. L., Thomas, L., Prins, C., French, L. E., Gewirtzman, A. J., Saurat, J.H., Salomon D.

Telemedical wound care using a new generation of mobile telephones: a feasibility study.

Arch Dermatol 141 (2005) 254-258

Brower-Rabinowitsch, G. (2014)

App zum Arzt

(<http://www.handelsblatt.com/technik/das-technologie-update/healthcare/digital-health-app-zum-arzt/10303196.html>)

Stand: 27.03.2016

Collins, K., Walters, S., Bowns, I.

Patient satisfaction with teledermatology: quantitative and qualitative results from a randomized controlled trial.

J Telemed Telecare 10 (2004) 29-33

Ebner, C., Wurm, E. M., Binder B., Kittler, H., Lozzi, G. P., Massone, C., Gabler, G., Hofmann-Wellenhof, R., Soyer, H. P.

Mobile teledermatology: a feasibility study of 58 subjects using mobile phones.

J Telemed Telecare 14 (2008) 2-7

Edison, K. E., Dyer, J. A., Whited, J. D., Mutrux, R.

Practice gaps. The barriers and the promise of teledermatology.

Arch Dermatol 148 (2012) 650-651

Edison, K. E., Ward, D. S., Dyer, J. A., Lane, W., Chance, L., Hicks, L. L.

Diagnosis, diagnostic confidence, and management concordance in live-interactive and store-and-forward teledermatology compared to in-person examination.

Telemed J E Health 14 (2008) 889-895

Ferrara, G., Argenziano, G., Cerroni, L., Cusano, F., Di Blasi, A., Urso, C., Soyer, H.P.

A pilot study of a combined dermoscopic-pathological approach to the telediagnosis of melanocytic skin neoplasms.

J Telemed Telecare 10 (2004) 34-38

Finlay, A. Y., Khan, G. K.

Dermatology Life Quality Index (DLQI)--a simple practical measure for routine clinical use.

Clin Exp Dermatol 19 (1994) 210-216

FotoFinder (2010)

Handyscope

<http://www.handyscope.net/de/geraet.html>

Stand: 15.02.2016

Fruhauf, J., Schwantzer, G., Ambros-Rudolph, C. M., Weger, W., Ahlgrimm-Siess, V., Salmhofer, W., Hofmann-Wellenhof R.

Pilot study using teledermatology to manage high-need patients with psoriasis.

Arch Dermatol 146 (2010) 200-201

- Hamilton, A. D., Brady R. R.  
Medical professional involvement in smartphone 'apps' in dermatology.  
Br J Dermatol 167 (2012) 220-221
- High, W. A., Houston, M. S., Calobrisi, S. D., Drage, L. A., McEvoy, M. T.  
Assessment of the accuracy of low-cost store-and-forward teledermatology consultation.  
J Am Acad Dermatol 42 (2000) 776-783
- Jackson, K. M., Scott, K. E., Graff Zivin, J., Bateman, D. A., Flynn, J. T., Keenan J. D., Chiang F.  
Cost-utility analysis of telemedicine and ophthalmoscopy for retinopathy of prematurity management.  
Arch Ophthalmol 126 (2008) 493-499
- Janda, M., Loescher, L. J., Banan, P., Horsham, C., Soyer, H. P.  
Lesion selection by melanoma high-risk consumers during skin self-examination using mobile teledermoscopy.  
JAMA Dermatol 150 (2014) 656-658
- Jerant, A. F., Azari, R., Nesbitt T. S.  
Reducing the cost of frequent hospital admissions for congestive heart failure: a randomized trial of a home telecare intervention.  
Med Care 39 (2001) 1234-1245
- Jutras, A.  
Teleroentgen diagnosis by means of video-tape recording.  
Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 82 (1959) 1099-1102
- Kaliyadan, F., Amin, T. T., Kuruvilla, J., Ali, W. H.  
Mobile teledermatology--patient satisfaction, diagnostic and management concordance, and factors affecting patient refusal to participate in Saudi Arabia.  
J Telemed Telecare 19 (2013) 315-319
- Kanthraj, G. R.  
Newer insights in teledermatology practice.  
Indian J Dermatol Venereol Leprol 77 (2011) 276-287
- Kroemer, S., Fruhauf, J., Campbell, T. M., Massone, C., Schwantzer, G., Soyer, H.P., Hofmann-Wellenhof R.  
Mobile teledermatology for skin tumour screening: diagnostic accuracy of clinical and dermoscopic image tele-evaluation using cellular phones.  
Br J Dermatol 164 (2011) 973-979
- Krüger-Band, H. E.  
Zum Doktor per Video-Chat.  
Deutsches Ärzteblatt 112 (2015) 148-151

Krupinski, E. A., LeSueur, B., Ellsworth, L., Levine, N., Hansen, R., Silvis, N., Sarantopoulos, P., Hite, P., Wurzel, J., Weinstein, R. S., Lopez, A. M.  
Diagnostic accuracy and image quality using a digital camera for teledermatology.  
Teled J 5 (1999) 257-263

Lamel, S.A., Chambers, C. J., Ratnarathorn, M., Armstrong, A. W.  
Impact of live interactive teledermatology on diagnosis, disease management, and clinical outcomes.  
Arch Dermatol 148 (2012) 61-65

Lamel, S. A., Haldeman, K. M., Ely, H., Kovarik, C. L., Pak, H., Armstrong, A.W.  
Application of mobile teledermatology for skin cancer screening.  
J Am Acad Dermatol 67 (2012) 576-581

Landow, S. M., Mateus, A., Korgavkar, K., Nightingale, D., Weinstock, M.A.  
Teledermatology: key factors associated with reducing face-to-face dermatology visits.  
J Am Acad Dermatol 71 (2014) 570-576

Levin, Y. S., Warshaw E.M.  
Teledermatology: a review of reliability and accuracy of diagnosis and management.  
Dermatol Clin 27 (2009) 163-176

Lim, D., Oakley, A. M., Rademaker, M.  
Better, sooner, more convenient: a successful teledermoscopy service.  
Australas J Dermatol 53 (2012) 22-25

Loane, M. A., Gore, H. E., Bloomer, S. E., Corbett, R., Eedy, D. J., Mathews, C., Steele, K., Wootton, R.  
Preliminary results from the Northern Ireland arms of the UK Multicentre Teledermatology Trial: is clinical management by realtime teledermatology possible?  
J Telemed Telecare 4 Suppl 1 (1998) 3-5

Lozzi, G. P., Soyer, H.P., Massone, C., Micantonio, T., Kraenke, B., Fagnoli, M.C., Fink-Puches, R., Binder, B., Di Stefani, A., Hofmann-Wellenhof, R., Peris, K.  
The additive value of second opinion teleconsulting in the management of patients with challenging inflammatory, neoplastic skin diseases: a best practice model in dermatology?  
J Eur Acad Dermatol Venereol 21 (2007) 30-34

Mahendran, R., Goodfield, M. J., Sheehan-Dare, R. A.  
An evaluation of the role of a store-and-forward teledermatology system in skin cancer diagnosis and management.  
Clin Exp Dermatol 30 (2005) 209-214

Mallett, R. B.  
Teledermatology in practice.  
Clin Exp Dermatol 28 (2003) 356-359

- Mann, T., Colven R.  
A picture is worth more than a thousand words: enhancement of a pre-exam telephone consultation in dermatology with digital images.  
*Acad Med* 77 (2002) 742-743
- Massone, C., Lozzi, G. P., Wurm, E., Hofmann-Wellenhof, R. Schoellnast, R., Zalaudek, I., Gabler, G., Di Stefani, A., Kerl, H., Soyer H.P.  
Cellular phones in clinical teledermatology.  
*Arch Dermatol* 141 (2005) 1319-1320
- Massone, C., Lozzi, G. P., Wurm, E., Hofmann-Wellenhof, R. Schoellnast, R., Zalaudek, I., Gabler, G., Di Stefani, A., Kerl, H., Soyer H.P.  
Personal digital assistants in teledermatology.  
*Br J Dermatol* 154 (2006) 801-802
- Moreno-Ramirez, D., Ferrandiz, L., Bernal, A. P., Duran, R. C., Martin, J. J., Camacho, F.  
Teledermatology as a filtering system in pigmented lesion clinics.  
*J Telemed Telecare* 11 (2005) 298-303
- Moreno-Ramirez, D., Ferrandiz, L., Galdeano, R., Camacho, F. M.  
Teledermatoscopy as a triage system for pigmented lesions: a pilot study.  
*Clin Exp Dermatol* 31 (2006) 13-18
- Moreno-Ramirez, D., Ferrandiz, L., Nieto-Garcia, A., Carrasco, R., Moreno-Alvarez, P., Galdeano, R., Bidegain, E., Rios-Martin, J. J., Camacho, F. M.  
Store-and-forward teledermatology in skin cancer triage: experience and evaluation of 2009 teleconsultations.  
*Arch Dermatol* 143 (2007) 479-484
- Murdoch, I., Bainbridge, J., Taylor, P., Smith, L., Burns, J., Rendall J.  
Postoperative evaluation of patients following ophthalmic surgery.  
*J Telemed Telecare* 6 Suppl 1 (2000) S84-86
- Nami, N., C. Massone, P. Rubegni, G. Cevenini, M. Fimiani, R. Hofmann-Wellenhof  
Concordance and time estimation of store-and-forward mobile teledermatology compared to classical face-to-face consultation.  
*Acta Derm Venereol* 95 (2015) 35-39
- Nordal, E. J., Moseng, D., Kvammen, B., Lochen, M. L.  
A comparative study of teleconsultations versus face-to-face consultations.  
*J Telemed Telecare* 7 (2001) 257-265
- Oakley, A. M., Reeves, F., Bennett, J., Holmes, S. H., Wickham H.  
Diagnostic value of written referral and/or images for skin lesions.  
*J Telemed Telecare* 12 (2006) 151-158

Palombo, D., Mugnai, D., Mambrini, S., Robaldo, A., Rousas, N., Mazzei, R., Bianca, P., Spinella, G.  
Role of interactive home telemedicine for early and protected discharge 1 day after carotid endarterectomy.  
Ann Vasc Surg 23 (2009) 76-80

patientus (2014)  
Datenschutz hat allerhöchste Priorität  
(<http://www.patientus.de/de/funktionen/datenschutz/>)  
Stand: 26.03.2016

Piccolo, D., Smolle, J., Argenziano, G., Wolf, H., Braun, R., Cerroni, L., Ferrari, A., Hofmann-Wellenhof, R., Kenet, R.O., Magrini, F., Mazzocchetti, G., Pizzichetta, M.A., Schaepi, H., Stolz, W., Tanaka, M., Kerl, H., Chimenti, S., Soyer, H.P.  
Teledermoscopy--results of a multicentre study on 43 pigmented skin lesions.  
J Telemed Telecare 6 (2000) 132-137

Piccolo, D., J. Smolle, I. H. Wolf, K. Peris, R. Hofmann-Wellenhof, G. Dell'Eva, M. Burrioni, S. Chimenti, H. Kerl, H. P. Soyer  
Face-to-face diagnosis vs telediagnosis of pigmented skin tumors: a teledermoscopic study.  
Arch Dermatol 135 (1999)1467-1471

Porter, J., Beierlein, J., Burke, W.A., Phillips, C.M., Schosser, R.H.  
Teledermatology: an examination of per-visit and long-term billing trends at East Carolina University from 1996 to 2007.  
J Am Acad Dermatol 63 (2010) 1105-1107

Romero Aguilera, G., Cortina de la Calle, P., Vera Iglesias, E., Sanchez Caminero, P., Garcia Arpa, M., Garrido Martin, J. A.  
Interobserver reliability of store-and-forward teledermatology in a clinical practice setting.  
Actas Dermosifiliogr 105 (2014) 605-613

Romero, G., Sanchez, P., Garcia, M., Cortina, P., Vera, E., Garrido, J. A.  
Randomized controlled trial comparing store-and-forward teledermatology alone and in combination with web-camera videoconferencing.  
Clin Exp Dermatol 35 (2010) 311-317

Rosenberg, C., Kroos, K., Rosenberg, B., Hosten, N., Flessa, S.  
Teleradiology from the provider's perspective-cost analysis for a mid-size university hospital.  
Eur Radiol 23 (2013) 2197-2205

Rosenberg, C., Langner, S., Rosenberg, B., Hosten, N.  
Medical and legal aspects of teleradiology in Germany.  
Rofo 183 (2011) 804-811

Schmid-Grendelmeier, P., Masenga, E. J., Haeffner, A., Burg, G.  
Teledermatology as a new tool in sub-saharan Africa: an experience from Tanzania.  
J Am Acad Dermatol 42 (2000) 833-835

Schwarz, K. A., Mion, L. C., Hudock, D., Litman, G.  
Telemonitoring of heart failure patients and their caregivers: a pilot randomized controlled trial.  
Prog Cardiovasc Nurs 23 (2008) 18-26

Seeger, A. (2014)  
iPhone 4S - Das kann die neue Kamera  
(<http://www.connect.de/ratgeber/iphone-4s-das-kann-die-neue-kamera-1199797.html>.)  
Stand: 15.02.2016

Senel, E., Baba, M., Durdu M.  
The contribution of teledermatology to the diagnosis and management of non-melanocytic skin tumours.  
J Telemed Telecare 19 (2013) 60-63

Shapiro, M., James, W. D., Kessler, R., Lazorik, F.C., Katz, K.A., Tam, J., Nieves, D.S., Miller, J.  
Comparison of skin biopsy triage decisions in 49 patients with pigmented lesions and skin neoplasms: store-and-forward teledermatology vs face-to-face dermatology.  
Arch Dermatol 140 (5) 525-528

Shin, H., Kim, D.H., Ryu, H.H., Yoon, S.Y., Jo, S.J.  
Teledermatology consultation using a smartphone multimedia messaging service for common skin diseases in the Korean army: a clinical evaluation of its diagnostic accuracy.  
J Telemed Telecare 20 (2014) 70-74

Tan, E., Yung, A., Jameson, M., Oakley, A., Rademaker, M.  
Successful triage of patients referred to a skin lesion clinic using teledermatology (IMAGE IT trial).  
Br J Dermatol 162 (2010) 803-811

van der Heijden, J.  
Teledermatology integrated in the Dutch national healthcare system.  
J Eur Acad Dermatol Venereol 24 (2010) 615-616

van der Heijden, J. P., de Keizer, N. F., Bos, J. D., Spuls, P. I., Witkamp L.  
Teledermatology applied following patient selection by general practitioners in daily practice improves efficiency and quality of care at lower cost.  
Br J Dermatol 165 (2011) 1058-1065

Van Eimeren, B.  
"Always on"-Smartphone, Tablet&Co. als neue Taktgeber im Netz.  
Media Perspektiven 7-8/2013 (2013) 386-390

Waldmann, U. M., Weckbecker K.  
Smartphone application of primary care guidelines used in education of medical students.  
GMS Z Med Ausbild 30 (2013) Doc6

- Warshaw, E. M., Gravely, A. A., Nelson, D.B.  
Reliability of store and forward teledermatology for skin neoplasms.  
J Am Acad Dermatol 72 (2015) 426-435
- Warshaw, E. M., Lederle, F. A., Grill, J. P., Gravely, A. A., Bangerter, A. K., Fortier, L.A., Bohjanen, K. A., Chen, K., Lee, P. K., Rabinovitz, H. S., Johr, R. H., Kaye, V.N., Bowers, S., Wenner, R., Askari, S. K., Kedrowski, D. A., Nelson, D.B.  
Accuracy of teledermatology for nonpigmented neoplasms.  
J Am Acad Dermatol 60 (2009) 579-588
- Weingast, J., Scheibbock, C., Wurm, E. M., Ranharter, E., Porkert, S., Dreiseitl, S., Posch, C., Binder, M.  
A prospective study of mobile phones for dermatology in a clinical setting.  
J Telemed Telecare 19 (2013) 213-218
- Whited, J. D., Hall, R. P., Foy, M. E., Marbrey, L. E., Grambow, S. C., Dudley, T. K., Datta, S. K., Simel, D. L., Oddone E. Z  
Patient and clinician satisfaction with a store-and-forward teledermatology consult system.  
Telemed J E Health 10 (2004) 422-431
- Whited, J. D., Hall, R. P., Simel, D. L., Foy, M. E., Stechuchak, K. M., Drugge, R. J., Grichnik, J. M., Myers, S. A., Horner R. D.  
Reliability and accuracy of dermatologists' clinic-based and digital image consultations.  
J Am Acad Dermatol 41 (1999) 693-702
- WHO (2010)  
Telemedicine: opportunities and developments in member states  
([http://www.who.int/goe/publications/goe\\_telemedicine\\_2010.pdf](http://www.who.int/goe/publications/goe_telemedicine_2010.pdf))  
Stand 26.03.2016
- Wilkins, E. G., Lowery, J. C., Goldfarb S.  
Feasibility of virtual wound care: a pilot study.  
Adv Skin Wound Care 20 (2007) 275-276, 278
- Williams, T. L., Esmail, A., May, C. R., Griffiths, C.E., Shaw, N. T., Fitzgerald, D., Stewart, E., Mould, M., Morgan, M., Pickup, L., Kelly, S.  
Patient satisfaction with teledermatology is related to perceived quality of life.  
Br J Dermatol 145 (2001) 911-917
- Wolf, J. A., Moreau, J. F., Akilov, O., Patton, T., English, J.D., 3rd, Ho, J., Ferris L.K.  
Diagnostic inaccuracy of smartphone applications for melanoma detection.  
JAMA Dermatol 149 (2013) 422-426
- Zelickson, B. D., Homan, L.  
Teledermatology in the nursing home.  
Arch Dermatol 133 (1997) 171-174



## DANKSAGUNG

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. med. Dr. phil. Johannes Ring, ehemaliger Direktor der Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie am Biederstein des Klinikums Rechts der Isar, dafür, mein Interesse an dem facettenreichen Fachgebiet der Dermatologie geweckt zu haben, sowie für die Möglichkeit diese Arbeit an seiner Klinik durchführen zu können.

Frau Professor Dr. med. Bernadette Eberlein danke ich ganz herzlich für die Überlassung des Dissertationsthemas und für die wissenschaftliche Betreuung dieser Arbeit. Ihre konstruktiven und detaillierten Ratschläge und Hinweise waren stets sehr hilfreich und haben mir wertvolle Denkanstöße gegeben.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinen Kollegen Herrn Dr. med. Christian Merkel, Frau Dr. med. Jarmila Liptak, Frau Dr. med. Maria Leibl, Frau Dr. med. Isabel Leon-Suarez und Herrn Dr. med. Alexander Zink für die kollegiale Zusammenarbeit und die Akquise der Patienten. Die Arbeit an der Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie wurde durch die kollegiale Zusammenarbeit und die freundschaftliche Atmosphäre zu einer wertvollen Erfahrung.

Nicht zuletzt aber danke ich meiner Familie, meinen Eltern und Großeltern, für ihr großes Vertrauen in mich und die stetige, großzügige und liebevolle Unterstützung, sowie meinem Mann für seine Liebe und Geduld, ebenso meinen Schwiegereltern für die liebevolle und zuverlässige Betreuung meiner Tochter während der Schreibphase.

# CURRICULUM VITAE

ANTONIA COSIMA KOLBINGER

Geburtsdatum 20.08.1984

Geburtsname Faul

Staatsangehörigkeit deutsch

## FACHARZTAUSBILDUNG

Februar 2011 - Mai 2014 Tätigkeit als Assistenzärztin an der Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie am Biederstein der Technischen Universität München

Seit Oktober 2015 Tätigkeit als Weiterbildungsassistentin in der Gemeinschaftspraxis Dr. med. Friedrich und Dr. med. Liebich, München

## HOCHSCHULSTUDIUM

Oktober 2010 Staatsexamen und Approbation als Ärztin

2009 - 2010 Praktisches Jahr:  
Policlinico Agostino Gemelli, Chirurgia generale I, Rom

Klinikum Bogenhausen, Abteilung für Rheumatologie, München

Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Allergologie am Biederstein, München

2006 Physikum

2004 - 2010 Studium der Humanmedizin

## SCHULBILDUNG

1994 - 2003	Merz-Gymnasium Stuttgart, Abschluss: Abitur
1990 - 1994	Grundschule