

Aus dem Fachbereich Medizin
der Johann Wolfgang Goethe–Universität
Frankfurt am Main

Zentrum Dermatologie und Venerologie
Direktor: Prof. Dr. med. Roland Kaufmann

Der Erbium:YAG-Laser in der Dermatologie
Eine retrospektive Auswertung der Anwendung im klinischen Alltag:
Indikationen, Grenzen und mögliche Komplikationen

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

vorgelegt von Christiane Lang
aus Leverkusen
Frankfurt am Main 2004

Dekan: Prof. Dr. J. Pfeilschifter

Referent: Prof. Dr. Ochsendorf

Koreferent: Prof. Dr. Schmitz-Rixen

Tag der mündlichen Prüfung: 22.02.2005

Teile dieser Arbeit wurde in folgenden Publikumsorganen veröffentlicht:

Beier C, Kaufmann R. Efficacy of erbium:YAG laser ablation in Darier Disease an Hailey-Hailey-Disease. *Arch Dermatol* 1999; **135**: 423-427

Beier Ch, Lang C, Ochsendorf FR, Kaufmann R. Die Behandlung von Xanthelasmen mit dem Erbium:YAG-Laser. *JDDG (Suppl)*: 155, 2003

Böer A, Ochsendorf FR, Beier C, Kaufmann R. Effective removal of sea-urchin spines by erbium:YAG laser ablation. *Br J Dermatol* 2001; **145**: 169-170

Ochsendorf FR, Kaufmann R. Erbium:YAG-Laser-assisted treatment of miliary osteoma cutis. *Br J Dermatol* 1998; **138**: 371-372

Ochsendorf FR, Kaufmann R, Runne U. Erbium:YAG laser ablation of acquired vulval lymphangioma. *Br J Dermatol* 2001; **144**: 442-444

Podda M, Spieth K, Kaufmann R. Er:YAG laser-assisted hair transplantation in cicatricial alopecia. *Dermatol Surg* 2000; **26**: 1010-1014

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Lasergrundlagen	1
1.1.1. Bauprinzip des Lasers	1
1.1.2. Physikalische Kenngrößen	2
1.1.3. Gewebewirkung	3
1.2. Allgemeine Entwicklung der Lasertherapie	3
1.3. Der Erbium:YAG-Laser	5
1.3.1. Der Er:YAG-Laser und CO ₂ -Laser im Vergleich	5
1.3.2. Bisheriger Kenntnisstand	8
2. Material und Methode	9
2.1. Patientenerfassung	9
2.2. Kriterien der Datenerhebung	9
2.3. Probleme bei der Datenerhebung und Auswertung	11
2.4. Durchführung der Behandlung: Allgemeines Vorgehen	12
2.5. Datenerhebung und Zusammenfassung	13
2.5.1. Allgemeine Struktur	13
2.5.2. Datenerhebung von: Indikation und Behandlungsdaten, Übersicht 1	14
2.5.3. Datenerhebung von: Ergebnis und Komplikationen, Übersicht 2	15
2.5.4. Datenerhebung der Lokalisationen	16
2.5.5. Datenerhebung der Wundversorgung	17
2.5.6. Datenerhebung der Beobachtungszeiträume	17

2.6. Übersicht 1: Indikation und Behandlungsdaten	18
2.6.1. Epidermal - hyperplastische Veränderungen	18
2.6.2. Epidermale Pigmentveränderungen	21
2.6.3. Epidermal - dermale Veränderungen	23
2.6.4. Dermale Veränderungen - Gewebsproliferation	25
2.6.5. Dermale Veränderungen - Ablagerungen	28
2.6.6. Wundgrundkonditionierung	30
2.6.7. Narben - Keloide	32
3. Ergebnisse	34
3.1. Übersicht 2: Ergebnisse und Komplikationen	34
3.1.1. Epidermal - hyperplastische Veränderungen	35
3.1.2. Epidermale Pigmentveränderungen	37
3.1.3. Epidermal - dermale Veränderungen	39
3.1.4. Dermale Veränderungen - Gewebeproliferation	41
3.1.5. Dermale Veränderungen - Ablagerungen	44
3.1.6. Wundgrundkonditionierung	46
3.1.7. Narben - Keloide	48
3.2. Zusammenfassung der Behandlungsergebnisse	50
3.3. Komplikationen	52
3.3.1. Komplikationen - Gesamtübersicht	52
3.3.1.1. Intraoperative Komplikationen	53
3.3.1.2. Postoperative Komplikationen	54
3.4. Lokalisationen	56
3.5. Wundversorgung	59
3.6. Anästhesie	60
3.7. Anzahl notwendiger Sitzungen	61

3.8. Laserparameter	61
3.9. Beobachtungszeiträume	61
4. Diskussion	63
4.1. Er:YAG-Laser: Bisherige Erfahrungen - Therapiekriterien - Alternativen	63
4.1.1. Bisherige Erfahrungen	63
4.1.2. Therapiekriterien	64
4.1.3. Alternativen	65
4.2. Betrachtung des Studienaufbaus: Stärken - Einschränkungen - Aussagekraft	67
4.2.1. Stärken	67
4.2.2. Einschränkungen	67
4.2.3. Aussagekraft	68
4.3. Diskussion der Ergebnisse	69
4.3.1. Epidermale Veränderungen	70
4.3.2. Epidermal - dermale Veränderungen	77
4.3.3. Dermale Veränderungen	81
4.3.4. Wundgrundkonditionierung	87
4.3.5. Narben - Keloide	88
4.4. Grenzen der Er:YAG-Laserbehandlung	89
4.5. Komplikationen	89
4.5.1. Intraoperative Komplikationen	89
4.5.2. Postoperative Komplikationen	90
4.6. Lokalisationen	
4.7. Wundversorgung	93

5. Zusammenfassung	94
6. Summary	96
7. Literaturverzeichnis	98
8. Anhänge	
Anhang 1: Detaildarstellung Lokalisationen	
Anhang 2: Tabellenverzeichnis	
Anhang 3: Graphikverzeichnis	
Anhang 4: Abbildungsverzeichnis	
Anhang 5: Abkürzungen und Akronyme	

1. Einleitung

1.1. Lasergrundlagen

1.1.1. Bauprinzip des Lasers

LASER ist ein Akronym für **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation, d.h. Lichtverstärkung durch angeregte Emission von Strahlung.

Er besteht aus drei Grundelementen (Abb.1):

⇒ **Energiequelle**

⇒ **Lasermedium oder aktives Medium**

⇒ **Resonator**

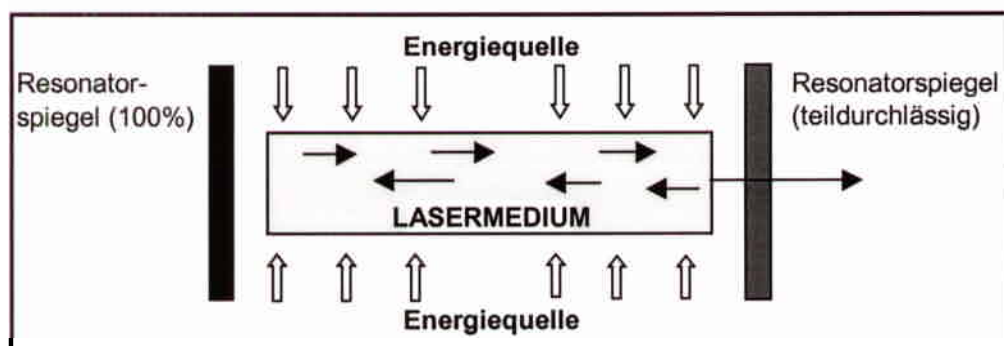


Abb.1 Bauprinzip des Lasers

Über die **Energiequelle** werden die Atome des Lasermediums angeregt und fallen über einen metastabilen in den stabilen Zustand zurück. Im ersten Schritt wird Wärme, im zweiten werden Photonen freigesetzt.

Das **aktive Medium** ist der eigentlich charakteristische, die Wellenlänge determinierende Bestandteil des Lasers. Die verwendeten Stoffe können fest, flüssig oder gasförmig sein. Im klinischen Alltag werden die Laser oft nach dem Medium, weniger anhand ihrer Wellenlänge charakterisiert. (z.B. CO₂-Laser anstelle von 10600 nm Laser)

Der **Resonator** ist ein mit zwei oder mehreren Spiegeln versehener Hohlraum mit hohem Reflexionsvermögen. Die Photonen durchlaufen somit mehrfach das aktive Medium, woraus die Lichtverstärkung resultiert. Der Endspiegel ist halbdurchlässig und dient dem Laserstrahl als Austrittsfenster. **Laserstrahlen** sind *monochromatisch, hochenergetisch* sowie *zeitlich und räumlich kohärent*. In der Anwendung ergibt sich daraus eine präzise, punktuelle, berührungslose und meist rasche Arbeitsweise.

1.1.2. Physikalische Kenngrößen

Grundlage einer reproduzierbaren Lasertherapie ist die Kenntnis der **Bestrahlungsparameter**. Die wichtigsten sind:

- ⇒ **Expositionszeit**
- ⇒ **Intensität** (Leistungsdichte)
- ⇒ **Bestrahlungsdosis** (Energiedichte)

Die **Expositionszeit** ist die Dauer des Laserpulses, in dieser Zeit erfolgt die Wechselwirkung des Laserstrahls mit dem Gewebe. Über die Expositionszeit kann das Maß der thermischen Wirkung gesteuert werden. Dazu gehört der Begriff der „**thermischen Relaxationszeit**“ (**TRT**). Die TRT ist definiert als die Zeit, die das jeweilige Gewebe benötigt, um auf die Hälfte der Ausgangstemperatur abzukühlen. Idealerweise liegt die Expositionszeit unterhalb der TRT.

Die **Intensität** (oder Leistungsdichte) beinhaltet die Menge an Photonen, welche auf eine definierte (Haut-) Fläche appliziert wird.

$$\text{Intensität } I = \frac{\text{Leistung } P}{\text{Fläche } A} \text{ (Wcm}^{-2}\text{)}$$

Es ist zu beachten, daß die Fläche quadratisch in die Berechnung eingeht; eine Verkleinerung der Fläche führt zu einem exponentiellen Anstieg der Intensität.

$$\text{Bestrahlungsdosis } D = \frac{\text{Leistung } P}{\text{Fläche } A} \times \text{Zeit } t \text{ (Jcm}^{-2}\text{)}$$

Bei der **Bestrahlungsdosis** (in der Literatur wird der Begriff der „**Fluence**“ verwendet) geht zusätzlich die Expositionszeit ein. Es ist ein Maß für die Energiemenge, die in einer definierten Zeit auf eine definierte Fläche appliziert wird.

1.1.3. Gewebewirkung

Von den vier grundsätzlich möglichen Mechanismen, die bei der Interaktion elektromagnetischer Wellen – zu denen die Laserstrahlen gehören – mit Materie auftreten (*Reflexion, Absorption, Streuung, Transmission*) wird im therapeutischen Bereich die **Absorption** genutzt. Dabei wird die Energie des Laserstrahls – in Abhängigkeit der Wellenlänge – in verschiedenen Zielstrukturen wirksam. Wichtige Absorber sind Hämoglobin, Melanin und, bezogen auf abtragend arbeitende Laser, Wasser.

In Abhängigkeit von Laserparametern wie Pulsdauer, Leistungsdichte und Bestrahlungsdichte werden unterschiedliche Effekte im Zielgewebe verursacht. Diese reichen von photochemischen, photothermischen (Koagulation, Vaporisation) bis hin zu nicht-linearen Effekten. Bei letzteren wird praktisch keine Wärme an dem Zielgewebe benachbarte Strukturen abgegeben.

1.2. Allgemeine Entwicklung der Lasertherapie

Der zugrunde liegende Vorgang, die stimulierte Emission von Strahlung, geht auf **Albert Einstein** zurück [Einstein 1917]. Vorläufer des Lasers war der 1958 von Schawlow und Townes beschriebene Maser, eine Mikrowellen emittierende Apparatur [Schawlow und Townes 1958]. Die eigentliche Geschichte des Lasers begann 1960. Der erste Laser, Prototyp aller nachfolgenden, war ein von **Mainman** entwickelter Rubinlaser (Abb.2) mit einer Wellenlänge von 694 nm [Mainman 1960].

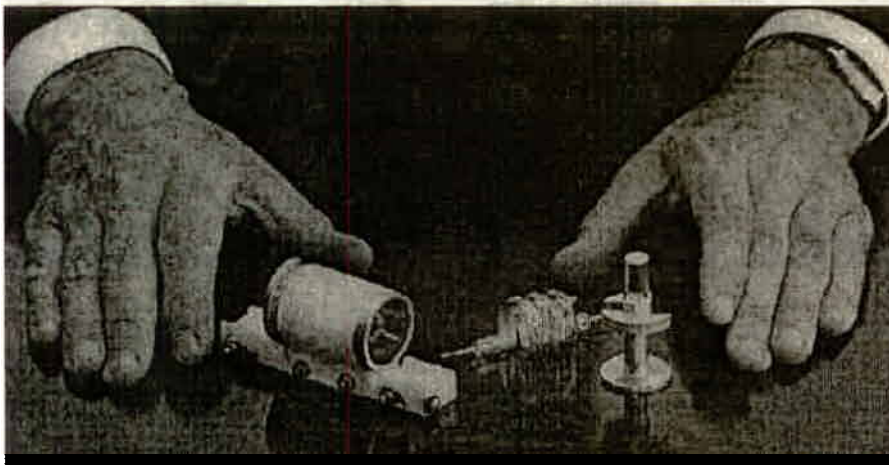


Abb.2 Mainman's Laser

Heute steht eine Vielzahl an Lasern zur Verfügung, nicht nur in der Medizin, sondern auch in anderen Bereichen. Die Industrie nutzt sie z.B. beim Schneiden von Metallen, zum Abtasten und zum Bohren. Sie sind als Barcodescanner in Supermärkten, als Laserdrucker oder in CD-Spielern inzwischen Teil des täglichen Lebens geworden.

Für die **Dermatologie** war **Leon Goldman** der Wegbereiter der Laserchirurgie: 1963 untersuchte er mit seiner Arbeitsgruppe die Wirkung des Laserstrahls an der Haut [Goldman et al. 1963], ein Jahr später berichteten er und Wilson über eine Tumorbehandlung mittels Lasereinsatz [Goldman und Wilson 1964]. Auch in den folgenden Jahren war er maßgeblich an der Weiterentwicklung dieser noch jungen Technologie beteiligt [Graudenz und Raulin 2003]. Bereits 1964 folgten CO₂- und Argonlaser [Patel et al. 1964, Bridges 1964], vor allem der CO₂-Laser fand weite Verbreitung [Arndt und Noe 1982]. Die ersten Laser arbeiteten nach dem cw-Modus (continuous wave). Durch die kontinuierliche Energieabgabe wurde nicht nur die Zielstruktur, sondern auch die unmittelbare Umgebung erwärmt und, je nach Einwirkzeit, mehr oder minder stark geschädigt. Neben der gewünschten Wirkung kam es aufgrund der teilweise erheblichen thermischen Schäden insbesondere zu Narbenbildung und Pigmentverschiebungen, im Einzelfall zog sich die Wundheilung über Monate hin [Olbricht et al. 1987].

Folglich wurde es ein wichtiges Ziel, die ungewollten thermischen Schäden zu minimieren. Prinzipiell konnte dies über zwei verschiedene Mechanismen erreicht werden: durch Erhöhung der Selektivität der Gewebewirkung und der Senkung der Interaktionszeit. Das diesem Ansatz zugrunde liegende Prinzip der **selektiven Photothermolyse** wurde 1983 von **Anderson und Parrish** beschrieben [Anderson und Parrish 1983].

Die Wellenlänge und die damit verbundene Absorption sollte gezielt genutzt werden, um spezifische Strukturen selektiv zu zerstören. Die Pulsdauer sollte dabei der TRT der jeweiligen Zielstruktur entsprechen oder darunter liegen. Ein Beispiel dafür ist der Einsatz des gepulsten Farbstofflasers bei Nävus flammeus. Hier liegt die Impulsdauer mit 200 – 450 μ s deutlich unter der thermischen Relaxationszeit der Haut von ca. 1 ms [Hellwig et al. 1998]. Mittels gepulster respektive gütegeschalteter Laser wurde die Interaktionszeit zwischen Laserstrahl und Gewebe deutlich gesenkt, und somit Ausmaß der thermischen Schäden reduziert.

Diese Entwicklung zu **gepulsten Lasergeräten** läßt sich anhand des CO₂-Lasers gut aufzeigen. Das ursprüngliche Modell arbeitete im cw-Modus, also als Dauerstrichlaser. Es folgten der supergepulste CO₂-Laser mit Pulszeiten im Millisekundenbereich und der ultragepulste CO₂-Laser mit darunter liegenden Pulszeiten [Hammes et al. 2002]. Eine weitere Variante ist der cw-CO₂-Laser mit Scannervorrichtung (z.B. silk touch). Dabei wird der maximal fokussierte Laserstrahl über elektromechanische respektive elektronische Scanner kreis- oder linienförmig sehr schnell über das Gewebe geführt. Resultat ist eine verkürzte Laser-Gewebe-Interaktionszeit, das Pulsen wird quasi imitiert. So konnte durch die Entwicklung gepulster respektive mit Scannern versehener Laser das Ausmaß der thermischen Schäden gesenkt werden [Hobbs et al. 1987, Fitzpatrick et al. 1991, Kauvar und Geronemus 1997].

Dennoch blieb auch bei dem gepulsten CO₂-Laser die postoperative Problematik v.a. des mehrere Monate andauernden Erythems und der Pigmentverschiebungen bestehen [Laws et al. 1998, Nanni und Alster 1998].

Es wurden auch andere Laser mit Absorption der Energie im Gewebswasser untersucht. Dies waren v.a. UV- und Infrarotlaser. Eine der neuesten Entwicklungen stellt der mit 2940 nm im mittleren Infrarotbereich emittierende **Er:YAG-Laser** dar, über dessen ablativen Möglichkeiten erstmalig **Kaufmann und Hibst** 1989 berichteten [Kaufmann und Hibst 1989].

1.3. Der Erbium:YAG-Laser

Der Er:YAG-Laser ist ein Festkörperlaser mit einem Erbiumionen dotierten Yttrium-Aluminium-Granat ($Y_3Al_5O_{12}$)-Kristall als zentralem Element. Die Besonderheit liegt in seiner Wellenlänge von **2940 nm**, die exakt dem **Absorptionsmaximum von Wasser** entspricht.

Dieses Spezifikum führt dazu, daß die Laserenergie bereits in der obersten Hautschicht absorbiert wird [Walsh und Cummings 1994]. Dort kommt es zu einer schlagartigen Wassererhitzung und damit Expansion, das Gewebe wird mikroexplosionsartig abgetragen. Hier handelt es sich daher nicht um thermische, sondern um sogenannte nicht lineare Effekte; die biologische Wirkung wird nicht über Erwärmung sondern mittels eines durch die kurze Laserstrahl-Gewebe-Interaktionszeit hervorgerufenen mechanischen Stoß verursacht. Auch wenn der Temperaturanstieg enorm ist, kommt es durch die nahezu vollständige Absorption in der Zielstruktur kaum zu Hitzediffusion in die umliegenden Strukturen und damit nur zu sehr geringen Schäden [Isner und Clarke 1987].

1.3.1. Der Er:YAG- und CO₂-Laser im Vergleich (Tabelle 0)

Die Gemeinsamkeit von Er:YAG- und CO₂-Laser liegt darin, daß ihre Zielstruktur Wasser ist und sie gewebeabtragend arbeiten, weil die Absorptionseigenschaften von Wasser denen der Haut gleichgesetzt werden können. Dennoch basieren die Gewebeeffekte beider Laser, bedingt durch das sehr komplexe Zusammenwirken von Absorptionseigenschaften, Pulsdauer, Leistungs- und Energiedichten, auf unterschiedlichen Wirkprinzipien.

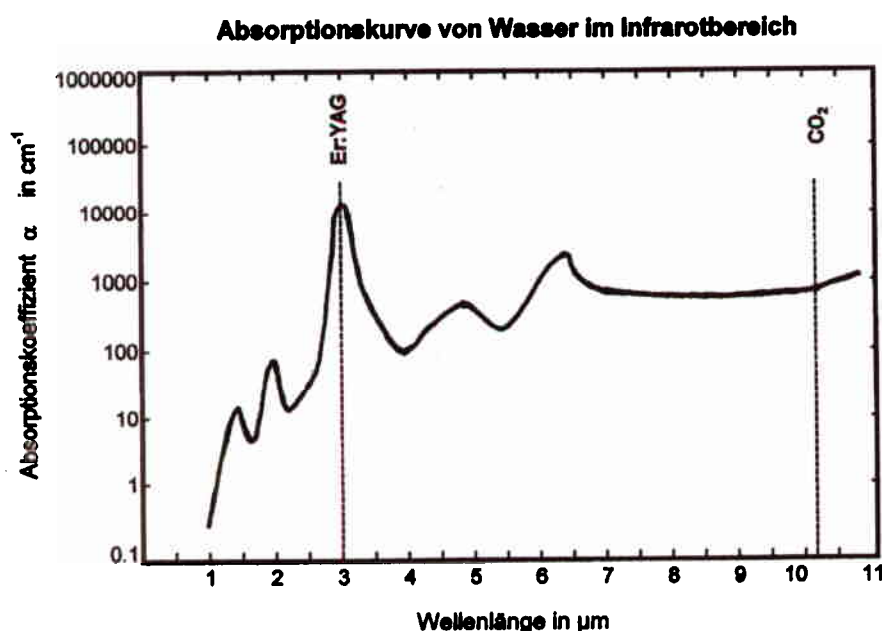


Abb.3 Absorptionskurve von Wasser

Die Wellenlänge des Er:YAG-Lasers entspricht mit 2940 nm exakt dem Absorptionsmaximum von Wasser (Abb.3). Der Absorptionskoeffizient für den Er:YAG-Laser beträgt 12800 cm^{-1} , der des CO_2 -Lasers liegt bei 800 cm^{-1} [Hale und Querry 1973]. Es resultiert eine im Vergleich zum CO_2 -Laser **10-fach stärkere Absorption** des Er:YAG- Laserlichts im Gewebe [Kaufmann et al. 1994].

In Kombination mit erheblich kürzeren Pulsdauern resultieren beim Er:YAG-Laser höhere Leistungsdichten als bei dem CO_2 -Laser. So ist zu erklären, daß der CO_2 -Laser „**thermisch-destruktiv**“ arbeitet, während dem Er:YAG-Laser das Prinzip der „**Photoablation**“, also des athermischen Abtrags, zugrunde liegt (Abb.4).

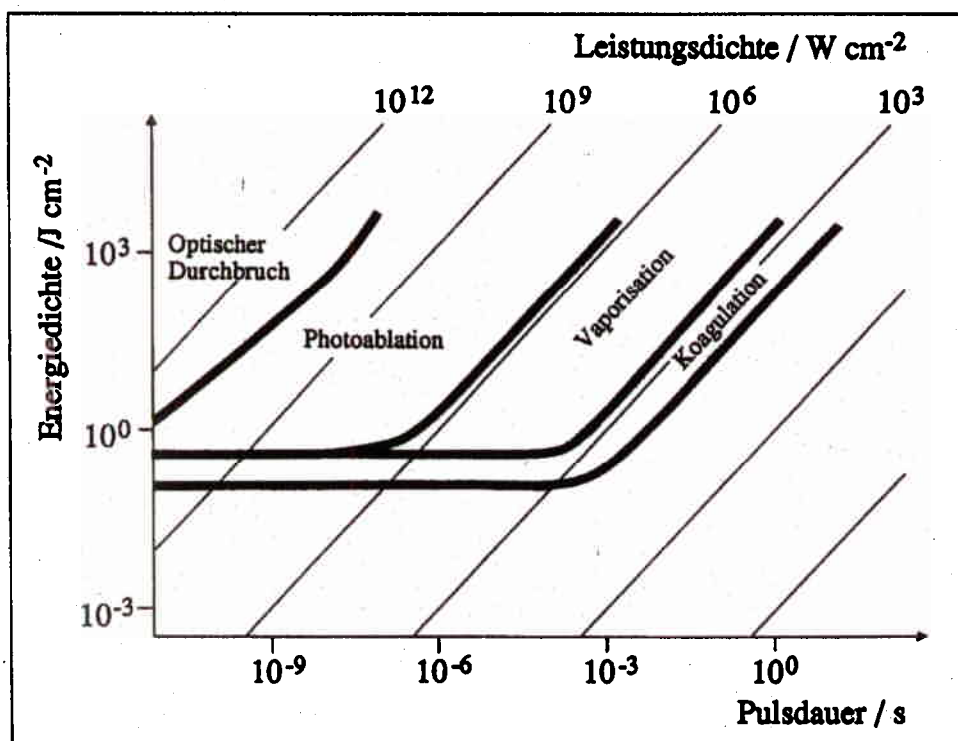


Abb.4 Wirkprinzipien von Lasern

Diese theoretischen Modelle lassen sich bei der klinischen Anwendung nachvollziehen. Unterschiede zwischen den beiden Lasern ergeben sich dabei v.a. bezüglich der erzielbaren **Präzision**, der **Umgebungsschäden** und der **Anwendungssicherheit**.

Die optische Eindringtiefe des Er:YAG-Lasers im Gewebe liegt bei 2-5 μm , die des CO_2 -Lasers bei 20-30 μm [Alster 1999a]. Die mindestens einzusetzende „Fluence“, bei der ein Gewebeabtrag nachgewiesen werden kann (= Ablationsschwelle), liegt für den Er:YAG-Laser mit 1.5 - 1.7 J/cm^2 [Walsh und Deutsch 1989, Hibst und Kaufmann 1991, Hohenleutner et al. 1997] niedriger als bei dem CO_2 -Laser mit 5 J/cm^2 [Green et al. 1992, Fitzpatrick et al. 1996a]. Bei vergleichbarer Einstellung trägt der Er:Yag-Laser verglichen mit dem supergepulste CO_2 -Laser etwa ein Drittel des Gewebes pro Durchgang ab (20 μm vs. 63 μm) [Utley et al. 1999].

Klinisch wie histologisch wurden nach CO_2 -Laserbehandlungen deutlich stärkere Entzündungszeichen gesehen, als dies nach Er:Yag-Laserbehandlungen der Fall ist. Im Gegensatz zum CO_2 -Laser konnten beim Er:YAG-Laser weder makro- noch mikroskopisch Anzeichen einer Karbonisation nachgewiesen werden [Kaufmann und Hibst 1996]. Das Ausmaß der Koagulationszone variiert je nach Einstellung, überschreitet beim Er:YAG-Laser jedoch auch bei höheren Frequenzen nicht den Wert von 50 μm [Kaufmann und Hibst 1996, Hohenleutner et al. 1997]. Dem stehen Werte von 250 μm für den kontinuierlichen und 150 μm für den supergepulsten CO_2 -Laser gegenüber [Kaufmann et al. 1994]. Darüber hinaus führt ein Überlappen der „passes“ beim CO_2 -Laser zu einem erheblichen Anstieg der Koagulationszone [Ross 1996], beim Er:YAG-Laser ist dies nicht der Fall [Hohenleutner et al. 1997], was ein höheres Maß an Sicherheit bedeutet.

Tabelle 0 Gegenüberstellung CO_2 - und Er:YAG-Laser

	CO_2	Er:YAG
Wellenlänge	10600 nm	2940 nm
Absorptionskoeffizient	800 cm^{-1}	12800 cm^{-1}
Ablationsschwelle	5 J/cm^2	1.5 - 1.7 J/cm^2
Karbonisation	++	-
Koagulation	++	(+)
cw-modus	ja	nein
superpuls-modus	ja	nein
Überlappung der "passes"	ist zu vermeiden	unproblematisch

++ = stark ausgeprägt

(+) = gering ausgeprägt

- = nicht vorhanden

Der Er:YAG-Laser gewährleistet somit eine *feinere, sicherer kontrollierbare* und *schonendere* Gewebeentfernung als dies mit dem CO₂-Laser möglich ist. Die beim CO₂-Laser größere Koagulationszone bewirkt einen – an Schleimhäuten vorteilhaften – blutstillenden Effekt. Für eine Hämostase ist die Koagulationszone beim Er:YAG-Laser zu gering, allerdings wirkt sich die geringe thermische Schädigung günstig auf die Wundheilung aus: es kommt zu geringeren Entzündungszeichen, zu einer schnelleren Epithelialisierung, zu einem kürzer andauernden Erythem und seltener zu Pigmentverschiebungen [Hohenleutner et al. 1998, Weinstein 1999, Weiss et al. 1999].

1.3.2. Bisheriger Kenntnisstand

In den ersten Arbeiten über den Er:YAG-Laser wurden dessen physikalische Eigenschaften, Wirkungsweise und Erfahrungen an kleinen Fallserien berichtet [Kaufmann und Hibst 1989, 1990]. Im Laufe der Jahre wurden diese Erfahrungen durch weitere Fallserien ergänzt. Hier handelte es sich i.d.R. um ein ausgewähltes Kollektiv, das unter entsprechenden Studienbedingungen untersucht wurde [Kaufmann und Hibst 1996, Teikemeier und Stein 1996].

Zu Beginn dieser Studie gab es insgesamt 261 Veröffentlichungen über den Er:YAG-Laser. Allerdings wurde er auch in anderen Fachdisziplinen wie Ophthalmologie, Zahnheilkunde und HNO angewendet [Wigdor et al. 1993, Kaskel und Hoh 2001, Kimura et al. 2002, Keck et al. 2003], so daß sich lediglich 62 Veröffentlichungen auf Einsätze in der Dermatologie bezogen. Bei nur neun Artikeln handelte es sich um ausgewiesene Studien („clinical trial“). In diesen wurde praktisch ausschließlich der Effekt beim „skin resurfacing“ respektive an lichtgeschädigter Haut untersucht. Die übrigen Arbeiten waren Berichte über Einzelfallerfahrungen oder Erwähnungen im Rahmen von Übersichtsartikeln.

Erfahrungen an größeren Kollektiven unter den Bedingungen des klinischen Alltags und unter Einbeziehung anderer Indikationen liegen bisher nicht vor.

Ziel der vorliegenden Arbeit war daher:

- ⇒ die Definition des Indikationsspektrums des Er:YAG-Lasers im klinischen Alltag
- ⇒ die Abgrenzung geeigneter von ungeeigneten Indikationen (bez. des Therapieerfolgs)
- ⇒ die Benennung akuter sowie später auftretender Komplikationen

2. Material und Methode

2.1. Patientenerfassung

Die retrospektive Datenauswertung erfolgte in mehreren Arbeitsschritten. Zuerst wurden die Namen der Patienten recherchiert. Hierzu wurden drei verschiedene Quellen herangezogen:

- **OP-Bücher der Jahre 1996 – 1999**
- **Bestellbuch der Privatambulanz von 1996 – 1999**
- **Spezielles Laser-Dia-Archiv**

Es entstand eine Liste mit 611 Namen. Die dazugehörigen Karteikarten wurden in den beiden Polikliniken (Frauen und Männer) und zwei Privatambulanzen herausgesucht. In Ausnahmefällen – wenn die letzte Patientenvorstellung länger als vier Jahre zurücklag – befanden sich die Akten bereits im Archiv. Da im Klinikalltag meistens einige der Patientenunterlagen in Umlauf waren (z.B. bei der Abrechnung oder bei dem jeweiligen Behandler), konnte nicht zu jedem Zeitpunkt auf jedes Dokument zugegriffen werden. Um alle Karten zu erfassen, erfolgten mehrere „Suchdurchläufe“, gestreut über einen Zeitraum von 6 Monaten. Bei der Durchsicht der Karteikarten zeigte sich, dass von den ursprünglich 611 möglichen Behandlungsfällen 133 nicht weiter berücksichtigt werden konnten. Gründe hierfür waren:

- **Patient nicht zur geplanten Behandlung erschienen**
- **Alternativbehandlung (z.B. anderer Laser, Kryotherapie)**
- **Behandlung wurde verschoben oder abgebrochen**
- **Doppelnennung (Name falsch geschrieben oder geändert)**
- **Unklare Fälle (z.B. Karte falsch sortiert)**
- **Karte nicht auffindbar**

Das auswertbare Kollektiv umfaßte letztlich 478 Patienten.

2.2. Kriterien der Datenerhebung

Die Kriterien der zu erfassenden Parameter waren vor der Kartendurchsicht festgelegt worden. Dabei wurden drei größere Themenkomplexe gebildet:

a.) Allgemeine und spezielle Patientendaten:

Dazu gehörten neben Name, Geschlecht und Geburtsdatum die jeweilige Indikation. Begleiterkrankungen respektive Medikationen wurden berücksichtigt, wenn Einflüsse auf Behandlungs- oder Heilungsverlauf möglich waren. Beispiele für relevante Begleiterkrankungen waren Diabetes mellitus oder Erkrankungen des Immunsystems. Wichtige Medikationen waren z.B. ASS-Einnahme oder Immunsuppression.

b.) Behandlungsdaten und Laserparameter:

Wichtige Behandlungsdaten waren OP-Datum und Kontrolldatum mit nachfolgender Berechnung des Zeitintervalls. Weitere Aspekte waren Lokalisation, Anästhesie, Histologie und die Wundversorgung. Für einzelne Indikationen konnten Informationen über Größe respektive Anzahl der Hautveränderung sowie über Dauer des Bestehens und vorangegangene Behandlungsversuche erfasst werden.

Als Laserparameter wurden, sofern die Fluence nicht direkt angegeben war, Energie und Fleckgröße zu deren Berechnung ermittelt. Frequenz und Anzahl der Durchgänge („Passes“) wurden ebenfalls erfasst, jedoch nicht weiter ausgewertet.

c.) Behandlungsergebnisse und Komplikationen:

Es wurden alle am Kontrolldatum notierten Einträge übernommen (meist wörtlich, manchmal sinngemäß). Diese beinhalteten Informationen sowohl über den Behandlungserfolg als auch über mögliche Komplikationen. Intraoperativ auftretende Ereignisse wurden separat erfasst. Wichtig war es, später typische Erscheinungen (z.B. postoperatives Erythem) von ungewöhnlichen Ereignissen (z.B. Infektion) zeitlich differenzieren zu können.

In Hinblick auf die **Auswertung der Behandlungsergebnisse** ergaben sich 3 Gruppen:

⇒ **Gruppe 1:** Wiedervorstellung stattgefunden, Bewertung dokumentiert

⇒ **Gruppe 2:** Wiedervorstellung stattgefunden, keine Dokumentation

⇒ **Gruppe 3:** keine Wiedervorstellung stattgefunden

Gruppe 1:

Nur diese Patienten wurden als „**kontrolliert**“ gewertet. Dies diente der Darstellung des Dokumentationsgrades. Darüber hinaus ließ sich das Auftreten von Komplikationen abschätzen. Die Karteneinträge wurden dabei überwiegend wörtlich in die Rohdatentabellen übernommen.

Gruppe 2:

Ein Folgetermin wurde wahrgenommen, von einer Begutachtung durch einen Arzt konnte ausgegangen werden. Häufig waren davon klassische Indikationen wie z.B. Verruca seborrhoeica betroffen. Auch ohne explizite Dokumentation wurde dies als positives Ergebnis gewertet. In die Ergebnisstatistik wurden diese Patienten einbezogen, nicht aber in die der Komplikationen.

Gruppe 3:

Patienten, die keinen weiteren Termin wahrgenommen hatten, wurden weder in die Ergebnis- noch in die Komplikationsstatistik einbezogen.

2.3. Probleme bei der Datenerhebung und Auswertung

Neben den erheblichen Schwierigkeiten, die Karteikarten überhaupt zu finden, ergab die Durchsicht ein heterogenes Bild. So gab es neben sehr präzise dokumentierten auch eher rudimentär beschriebene Behandlungsfälle. Verschiedene Operateure hatten unterschiedliche Dokumentationsstile und unterschiedlich lesbare Handschriften, so dass Nachfragen erfolgen mussten.

Eine weitere Hürde war, daß nicht alle Patienten zu ihren Kontrollterminen erschienen waren. So konnte nicht für jeden Patienten jedes Kriterium ermittelt werden. Die unterschiedliche Vollständigkeit der Datenreihen zog zwangsläufig Probleme bei der Analyse nach sich. Diese Schwierigkeiten sind einer retrospektiven Erfassung und Auswertung immanent und unvermeidbar. Das Ergebnis spiegelt den klinischen Alltag wider, wie er in der Realität stattfindet:

Im Zentrum Dermatologie und Venerologie (ZDV) der Johann Wolfgang von Goethe Universität wurden für das Jahr 1996 allein in den Polikliniken (Frauen und Männer) 13.452 Patienten registriert. Aus der Privatambulanz kamen 7.936 Patienten dazu. Die Summe der Behandlungen betrug ein Vielfaches der damit 21.388 behandelten Patienten. Eine nicht in allen Einzelheiten vollständige Dokumentation wird vor diesem Hintergrund nachvollziehbar.

Lücken traten in erster Linie bei den Lasereinstellungen und der Dokumentation des Behandlungserfolges auf. Die Diskrepanz zwischen sorgfältiger Niederschrift einerseits und sparsamer Beschreibung andererseits zeigte die differierende Prioritätensetzung verschiedener Behandler.

Zusätzlich gab es unterschiedliche Gewichtungen je nach Indikation. In der Tendenz waren ungewöhnliche Behandlungsfälle wie z.B. Morbus Hailey-Hailey oder ein kongenitaler NZN (=Nävuszellnävus) bei einem Kleinkind besser dokumentiert als bereits etablierte Routinebehandlungen (z.B. Verruca seborrhoeica oder Lentigo solaris). Es ist davon auszugehen, daß alle wirklich wichtigen Vorkommnisse schriftlich festgehalten wurden. Fehlende Dokumentation konnte daher mit einem „normalen“ Ablauf ohne besondere Vorkommnisse gleichgesetzt werden.

Wo immer es möglich war, wurde über Rücksprache mit dem jeweiligen Operateur versucht, Unklarheiten zu beseitigen. Dies gelang bezüglich der grundsätzlichen Behandlungsverläufe und der Bewertung des Behandlungserfolgs in den meisten Fällen. Detailinformationen, wie z.B. die Lasereinstellung, waren jedoch nur noch in Ausnahmefällen rekonstruierbar. Im Laufe der Zeit hatten sich allerdings „Standardeinstellungen“ herausgebildet, die dann offenbar nicht mehr explizit dokumentiert wurden, wie eine Fluence von 5 J/cm², unabhängig von der Fleckgröße.

2.4. Durchführung der Behandlung: Allgemeines Vorgehen

Bezüglich Patientenumgang und Versorgung wurde im Zuge des im ZDV üblichen Qualitätsmanagements gemäß der in einem Handbuch niedergeschriebenen Standards verfahren: dazu gehörte, daß jeder Patient vor der Laserbehandlung in einem ausführlichen Aufklärungsgespräch auf mögliche Komplikationen (z.B. Blutung, Krusten, Infektionen, Erytheme oder Narbenbildung) hingewiesen wurde. Sonnenschutz nach der Laserbehandlung wurde dringend angeraten. Die Wundversorgung erfolgte mit einem oder mehreren in Tabelle 19 aufgeführten Therapeutika. Als Lokalanästhesie dienten Xylocain oder Emla. In einigen Fällen wurde unter Vollnarkose operiert. Waren größere Hautareale betroffen, wie z.B. beim „skin resurfacing“, wurden prophylaktisch Antibiotika (Cefuroximaxetil 2 x 250mg p.o.) und Virustatika (Aciclovir 5 x 200mg p.o.) verabreicht.

Aufgrund des großen Einzugsgebiets mit weiter Anreise entfielen in Ausnahmefällen die Kontrolltermine. Dies traf vorwiegend in einfachen Behandlungsfällen (z.B. Verruca seborrhoeica) zu. Dennoch wurden alle Patienten prinzipiell angehalten, sich beim Auftreten von Komplikationen unverzüglich vorzustellen.

Nachfolgend genannte Lasergeräte wurden eingesetzt (Tabelle 1):

- ⇒ **BLM SupErb 800 (Carl Baasel Lasertechnik, Starnberg, Deutschland)**
- ⇒ **MCL 29 (Carl Zeiss Meditec, Jena, Deutschland)**
- ⇒ **Medilas E (Dornier Medizinlaser, Germering, Deutschland)**

Tabelle 1 Technische Daten der verwendeten Laser

	BLM SupErb 800	MCL 29	Medilas E
Wellenlänge	2940 nm	2940 nm	2940 nm
Pulsdauer	0.1 - 1 ms	350 µs	0.1 - 1 ms
Max. Pulsfrequenz	20 Hz	15 Hz	20 Hz
Max. Pulsenergie	3 J	1 J	2.5 J

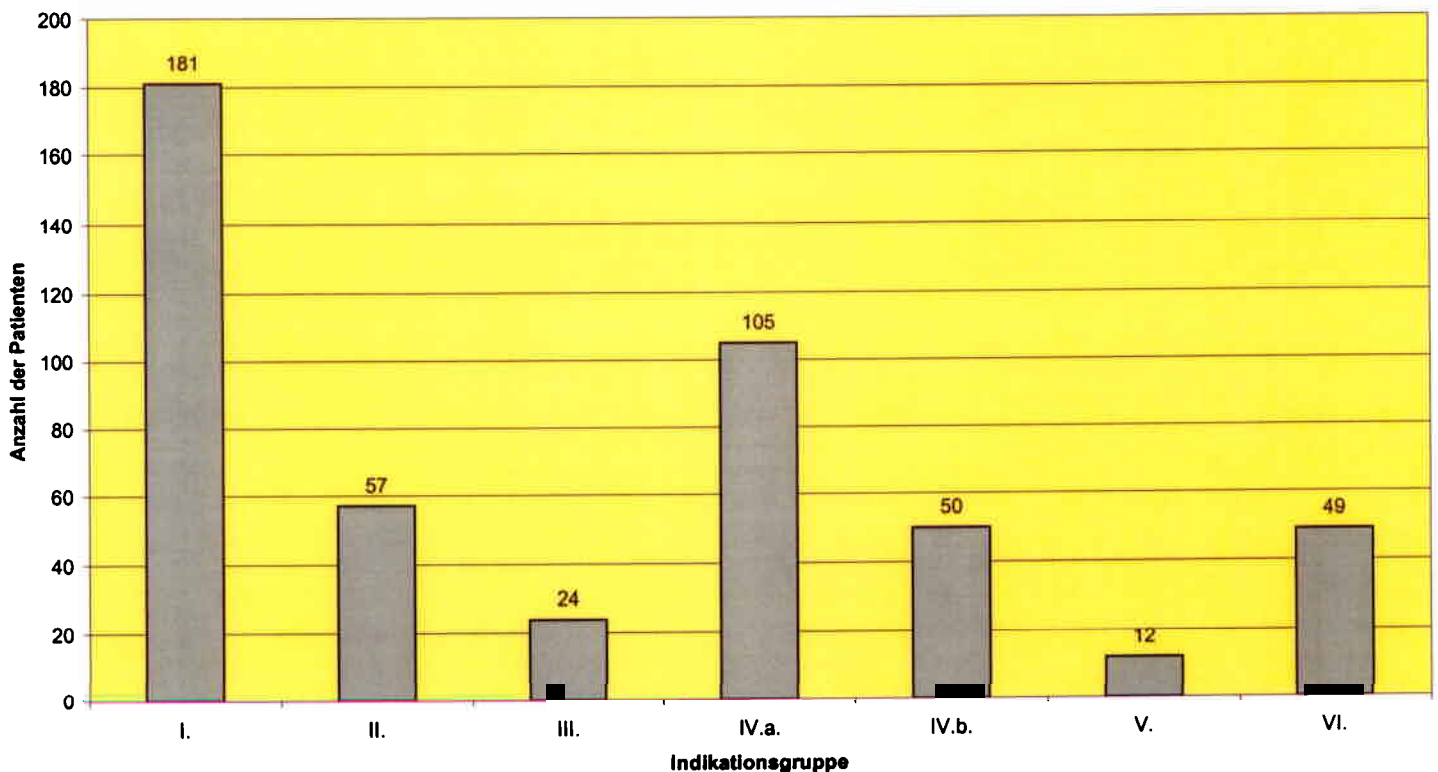
2.5. Datenerhebung und Zusammenfassung

2.5.1. Allgemeine Struktur

Bei 478 Patienten waren eine oder mehrere Er:YAG-Laserbehandlungen dokumentiert. Insgesamt hatten 965 einzelne Sitzungen stattgefunden. Zur besseren Strukturierung der umfangreichen Daten wurden die 49 Indikationen in sechs Hauptgruppen eingeteilt. Unterteilungskriterien für Gruppe eins bis vier waren die jeweils betroffene Gewebeschicht. Zur Darstellung in nachfolgenden Textteilen und Tabellen wurden für die Indikationsgruppen römische Ziffern verwendet:

- I. Epidermal-hyperplastische Veränderungen**
- II. Epidermale Pigmentveränderungen**
- III. Epidermal-dermale Veränderungen**
- IV. Dermale Veränderungen (Gewebe proliferation, Ablagerungen)**
 - a. Gewebe proliferation**
 - b. Ablagerungen**
- V. Wundgrundkonditionierung**
- VI. Narben – Keloide**

Übersicht: Indikationsgruppe - Anzahl der Patienten



Graphik 1

Es wurden sieben Rohdatentabellen angelegt. Diese Rohdaten wurden anschließend strukturiert und ausgewertet. Für **jede der Indikationsgruppen** entstanden **zwei Übersichtstabellen**:

⇒ **Übersicht 1: Indikation und Behandlungsdaten**

⇒ **Übersicht 2: Ergebnisse und Komplikationen**

2.5.2. Datenerhebung von: Indikation und Behandlungsdaten, Übersicht 1: (Tabellen 2-8)

Es erfolgte eine Strukturierung in drei Themenblöcke:

- a.) **Patientendaten**
- b.) **Lasereinstellung**
- c.) **Behandlungsdaten**

ad a.) Dies umfaßt allgemeine Angaben wie Name, Geschlecht und Alter der Patienten.

ad b.) Als wichtigster Parameter wurde – sofern angegeben – die „**Fluence**“ berücksichtigt. Dem Umstand von z.T. lückenhaften Datenreihen wurde durch prozentuale Darstellung der „Datenhäufigkeit“ Rechnung getragen.

ad c.) Hierzu zählen Angaben zur **Anästhesie**, **Lokalisation**, **Häufigkeit der Kontrollen** und das **Zeitintervall** zwischen OP- und Kontrolltermin. Alle Prozentangaben (bis auf die für die Histologie) bezogen sich jeweils auf die Anzahl an Behandlungen. Die Histologieangaben nahmen **Bezug** auf die Patientenzahl.

- Bei der **Anästhesie** wurde nicht zwischen Oberflächenanästhesie und Nervenblockade unterscheiden. Eindeutig waren die Fälle, bei denen ein Eintrag über eine Anästhesiegabe vorhanden war. In seltenen Fällen gab es eine Notiz, dass *keine* Anästhesie erfolgt war, auch diese Fälle waren eindeutig. Gab es keinen Eintrag über eine LA-Gabe, wurde dies als nicht verabreicht gewertet.
- Die Verwendung von Oberbegriffen zur Darstellung der jeweiligen **Hautlokalisierung** erfolgte aus Gründen der Übersichtlichkeit. So wurden bei der Verruca seborrhoeica z.B. Stirn, Wangen, Kinn unter dem Begriff „Gesicht“ zusammengefasst.
- Die Darstellung der **Zeitintervalle** zwischen OP-Termin und Kontrolltermin erfolgte als Medianwert (in Wochen). Ausnahmen bildeten Indikationen, bei denen es weniger als fünf Kontrollen gegeben hatte. Bei diesen entfiel die Berechnung.

2.5.3. Datenerhebung von: Ergebnis und Komplikationen, Übersicht 2: (Tabellen 9-15)

Wieder wurden drei Themenblöcke gebildet:

- a.) Einzelbewertung, das daraus resultierende
- b.) Gesamtergebnis
- c.) Komplikationen

ad a.) Für die Einzelbewertung wurden sechs Kategorien gebildet:

1 = sehr gut

2 = gut

3 = mäßig

4 = keine Veränderung

0 = keine Beurteilung möglich

10 = vielversprechender Beginn, Behandlung aber nicht beendet

Eine Zuordnung in die *Kategorien 1 und 2* ergab sich bei entsprechenden Formulierungen in der Karteikarte. Der Kategorie 2 wurden zusätzlich alle Patienten zugerechnet, die einen weiteren Termin wahrgenommen hatten, bei denen jedoch keine explizite Bewertung in der Karteikarte notiert war. Der jeweilige Patient hatte sich noch einmal vorgestellt, so war es naheliegend, eine „Nicht-Dokumentation“ mit einem positiven Ergebnis gleichzusetzen (siehe Abschnitt 2.2.c.). *Kategorie 3* bedeutete eine teilweise Verbesserung, bei *Kategorie 4* hatte es keine Veränderung zur Ausgangssituation gegeben. Der *Kategorie 0* wurden alle Patienten zugeordnet, die ihre Kontrolltermine nicht wahrnahmen und die Fälle, bei denen das Ergebnis nicht eindeutig zuzuordnen war. Es gab einige Patienten mit positiv bewerteter Probebehandlung, bei denen die geplante Therapiefortsetzung aus z.B. Kosten- oder Zeitgründen unterblieb. All diese Fälle wurden der *Kategorie 10* zugeordnet.

ad b.) In das **Gesamtergebnis** wurden nur die Patienten einbezogen, die gemäß der oben erläuterten Einteilung eindeutig bewertbar waren. Behandlungsfälle der Kategorien 0 und 10 fanden keine Berücksichtigung. Für das Gesamtergebnis erfolgte jeweils eine Zusammenlegung der *Kategorien 1 und 2 (gut – sehr gut)*, sowie der *Kategorien 3 und 4 (mittel – unverändert)*. Bei 10 oder mehr auswertbaren Patienten wurden die Ergebnisse in Absolut- und in Prozentzahlen dargestellt. Waren es weniger als 10, wurden ausschließlich die Absolutzahlen aufgeführt.

ad c.) Alle dokumentierten Komplikationen wurden auf ihr zeitliches Auftreten bezogen. Es erfolgte eine Unterteilung in *intraoperative* Zwischenfälle, *frühe* (bis zu sechs Wochen) und *später* (nach sechs Wochen) *postoperativ* auftretende Ereignisse.

In einer jeweils eigenen Übersicht erfolgten die **Zusammenfassung der Behandlungsergebnisse** (Tabelle 16) sowie eine **Gesamtübersicht aller dokumentierten Komplikationen** (Tabelle 17). Die Berechnung der absoluten Häufigkeit der Komplikationen erfolgte dabei jeweils bezogen auf die Anzahl der Behandlungen (intraoperative Komplikationen) respektive ausschließlich der im jeweiligen Zeitraum erfolgten „Kontrollen“ (postoperative Komplikationen).

Zusätzlich zu den – pro Indikationsgruppe – je 2 Übersichtstabellen entstanden für die Kategorien *Lokalisationen*, *Wundversorgung* und *Beobachtungszeiträume* eigene Darstellungen.

2.5.4. Datenerhebung der Lokalisationen (Tabelle 18, Anhang 1):

Ziel war, zu untersuchen, in welchen Körperregionen mit dem Er:YAG Laser gearbeitet wurde. Die in den Karten notierten Begriffe wurden unabhängig davon, ob es sich um Oberbegriffe oder um sehr genaue Angaben handelte, meist wörtlich übernommen. Daraus wurden – den einzelnen Indikationen zuordnend - eine **Detailauflistung (Anhang 1)** und eine **Gesamtübersicht (Tabelle 18)** erstellt.

Bei der **Detailauflistung** wurde dargestellt, wie häufig in welcher Region gearbeitet wurde. Indikationen mit weniger als fünf Patienten wurden dabei unter „Sonstige“ zusammengefasst. Die Detaildarstellung bildete die Basis für die **Gesamtübersicht**. Dabei erfolgte eine Einteilung in vier Hauptgruppen: Kopf/Hals, Stamm, Extremitäten und Sonderbereiche. Zu letzteren zählten z.B. Axillen und die Genitalregion. Besonders empfindliche Regionen wie Auge, Wange, Hals und Handrücken wurden zusätzlich separat aufgeführt.

Eine exakte Quantifizierung, wie oft in welcher Region gearbeitet wurde, war nicht in jedem Fall möglich: bei multiplen Verrucae am Stamm wurde die Lokalisation „Stamm“ einmal, nicht mehrmals gewertet. Wurden in einer zweiten Sitzung bei demselben Patienten wieder Verrucae entfernt, wurde der Stamm ein weiteres Mal gewertet. Waren mehrere Sitzungen bei einer Indikation an derselben Stelle notwendig wie z.B. bei Xanthelasma, wurde diese Region einmal gewertet. Waren beide Augen betroffen, wurden auch beide gewertet. Nicht immer war eine eindeutige Zuordnung möglich, so daß kleine Abweichungen auftreten können. Die möglichen Verzerrungen werden durch die Vielzahl an ausgewerteten Patienten relativiert. Die zusammengetragenen Zahlenwerte sind demnach nicht als Absolutwerte, sondern als Mindestwerte oder als Größenordnung zu verstehen.

2.5.5. Datenerhebung der Wundversorgung (Tabelle 19):

Alle verwendeten Therapeutika wurden je nach Wirkstoff in Gruppen eingeteilt. Ziel war, zu untersuchen, ob es zwischen den einzelnen Gruppen Unterschiede bezüglich des Auftretens von Komplikationen gab.

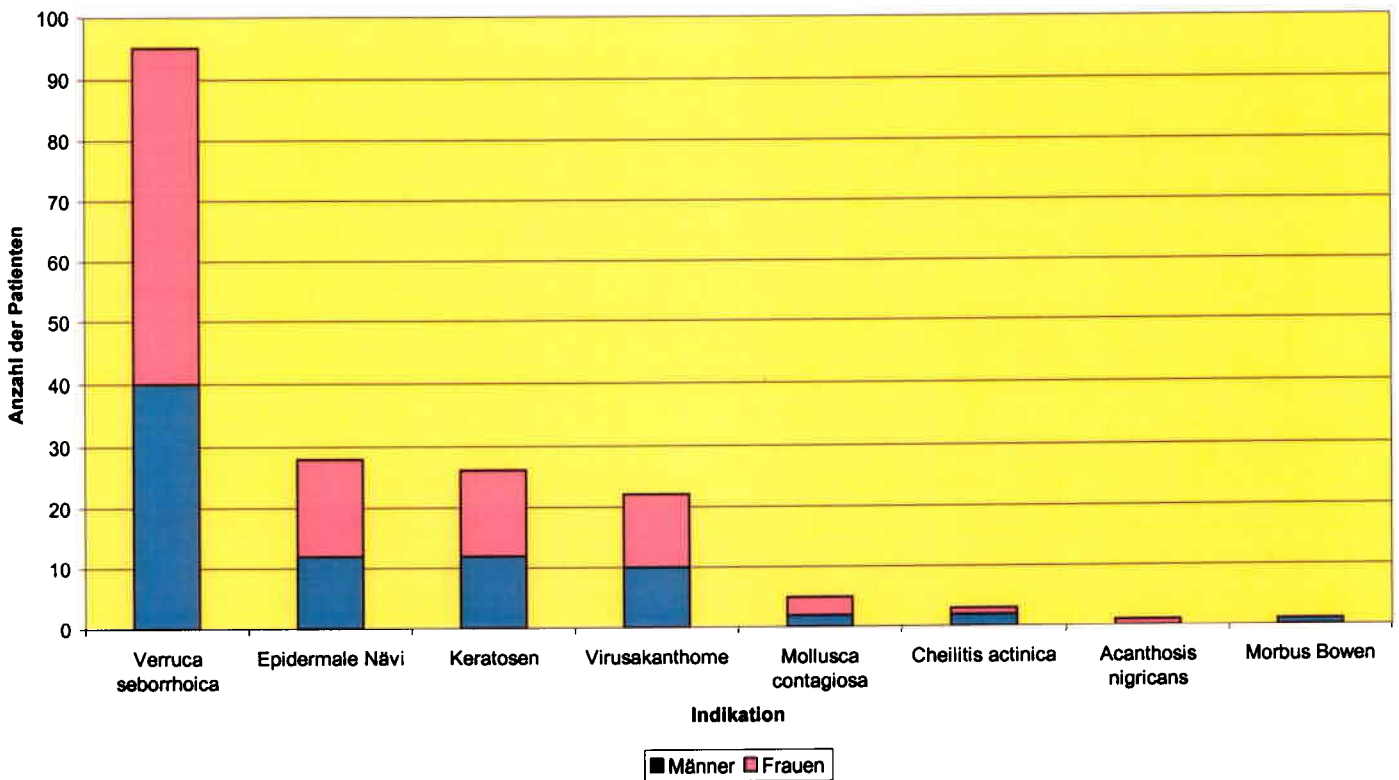
2.5.6. Datenerhebung der Beobachtungszeiträume (Tabelle 20):

Da ermittelt werden sollte, nach welchem Zeitraum das Gros der Kontrollen stattgefunden hatte, wurden die Zeitintervalle zwischen OP-Termin und Kontrolltermin berechnet. Diese Intervalle wurden nach Indikationen aufgelistet. Hatten weniger als fünf Kontrollen bei einer Einzelindikation stattgefunden, erfolgte deren Berücksichtigung in der Rubrik „Sonstige“.

2.6. Übersicht 1: Indikation und Behandlungsdaten (Tabellen 2-8)

2.6.1. Epidermal-hyperplastische Veränderungen (Tabelle 2)

Übersicht: Indikation - Anzahl der Patienten



Graphik 2

Es gab acht verschiedene Indikationen. Häufigste war die Verruca seborrhoica. Bei dieser Indikation gab es 95 Patienten. Frauen wurden etwas häufiger behandelt als Männer, das Durchschnittsalter lag bei 58 Jahren. Es gab unterschiedliche Ausprägungen bezüglich der Größe, die Verrucae traten einzeln oder multipel auf, meist waren sie pigmentiert. Die nächst häufigen Indikationen waren mit 28, 26, und 22 Patienten epidermale Nävi, Keratosen und Virusakanthome. Unter dem Oberbegriff der Keratosen wurden verschiedene Ausprägungen zusammengefasst (z.B. aktinische Keratose, Leukoplakie, Hyperkeratosis palmoplantaris). In dieser Gruppe war das Durchschnittsalter mit 62 Jahren im Gegensatz zu 25 respektive 35 Jahren bei den epidermalen Nävi und Virusakanthomen höher. Der Frauenanteil lag durchweg geringfügig höher als der Männeranteil. Die jüngsten Patienten dieser Indikationsgruppe waren vier bis zehn Jahre alt. Sie wurden wegen Mollusca contagiosa behandelt. Eine kleine Gruppe von drei Patienten wurde wegen Cheilitis actinica an der Unterlippe behandelt, Einzelindikationen mit je einem Patienten waren Acanthosis nigricans und Morbus Bowen.

Der Anteil an Patienten, die eine Anästhesie benötigten, war unterschiedlich. Bei den *Verrucae seborrhoicae* und den Virusakanthomen war der Anteil mit 35 % respektive 27 % sehr niedrig. Einen Anteil von 63 % gab es bei den epidermalen Nävi. Alle Kinder benötigten eine Anästhesie.

Die Fluence war durchschnittlich bei einem guten Drittel bekannt. Bei der *Verruca seborrhoica* war sie lediglich zu einem Fünftel bekannt, dagegen war sie bei den epidermalen Nävi in 67 % der Fälle festgehalten. Die Medianwerte der Fluence lagen zwischen 5 – 6 J/cm². Ausnahme stellte Morbus Bowen dar mit Werten von 12 – 20 J/cm².

Betroffen waren praktisch alle Körperregionen: die *Verrucae seborrhoicae* traten überall auf, am häufigsten wurden sie an Auge und Stamm entfernt. Epidermale Nävi wurden vornehmlich im Gesicht und am Stamm behandelt, Virusakanthome und *Mollusca contagiosa* traten überwiegend an den Extremitäten auf.

Definitive Kontrollen fanden in einem Drittel bis der Hälfte der Behandlungen statt. Die Beobachtungszeiträume reichen von zwei Tagen bis zu fast zwei Jahren, das Gros der Kontrollen erfolgte jedoch innerhalb der ersten sechs Wochen nach der OP.

Tabelle 2

Übersicht 1: Indikation und Behandlungsdaten

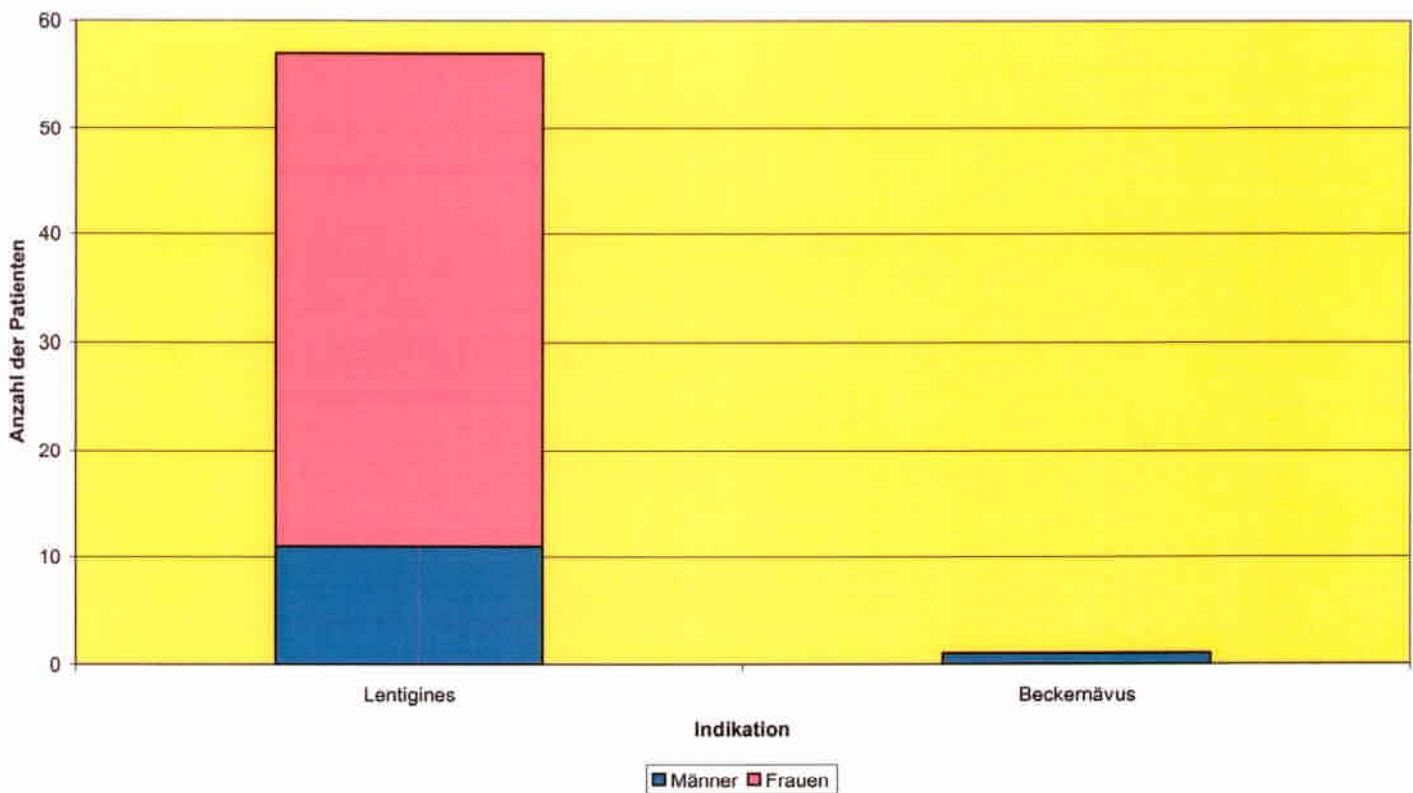
i. Epidermal - hyperplastische Veränderungen

Indikation	Patientendaten				Anzahl Behandlungen	Lasereinstellung					Histologie in %	Behandlungsdaten			
	Anzahl Patienten	m	w	Alter von-bis		mittleres Alter	Fluence bekannt in %	Fluence von-bis J/cm ²	Fluence Mittelwert in J/cm ²	Fluence Medianwert in J/cm ²		LA-Gabe in%	häufigste Lokalisation	Anzahl Kontrollen	Kontrollen in %
Verruca seborrhoeica	95	40	55	34 - 85	58	21	3.5 - 24.9	7.7	5.7	20	35	43	28	4	
Epidermale Nävi	28	12	16	10 - 62	25	57	1.5 - 22.6	6.9	6	43	79 mal LA 2 mal VN 63	56	49	6.1	
Keratosen	26	12	14	20 - 99	62	28	4.2 - 19.9	7.5	6	46	48	21	53	2.1	
Virus - akanthome	22	10	12	6 - 66	35	39	5.1 - 19.9	8.2	6	9	27	14	42	2.9	
Mollusca contagiosa	5	2	3	4 - 10	7	43	5.7 - 17.4	10.1	7.1	-	100	2	29	-	
Cheilitis actinica	3	2	1	56 - 64	60	25	-	5	5	100	50	3	75	-	
Acanthosis nigricans	1	0	1	-	40	ja	-	6	6	ja	ja	1	ja	-	
Morbus Bowen	1	1	0	-	72	ja	12 - 20	16	16	ja	100	1	50	-	

m = männlich
w = weiblich
LA = Lokalanästhesie
VN = Vollanästhesie

2.6.2. Epidermale Pigmentveränderungen (Tabelle 3)

Übersicht: Indikation - Anzahl der Patienten



Graphik 3

Mit 56 Patienten waren die Lentigines (=Lentigo solaris) die zweithäufigste Indikation insgesamt. Das Verhältnis Frauen zu Männern betrug 4:1. Das Durchschnittsalter lag bei 58 Jahren. Es waren fast ausschließlich die Handrücken und verschiedene Gesichtsregionen betroffen. Zwei Drittel der Behandlungen konnten ohne LA durchgeführt werden. In 47 % aller Behandlungen fanden Kontrollen statt, überwiegend innerhalb der ersten sechs Wochen.

Bei einem Einzelfall, einem 22-jährigen Patienten, wurde ein Beckernävus an der Brust behandelt.

II. Epidermale Pigmentveränderungen

Übersicht 1: Indikation und Behandlungsdaten

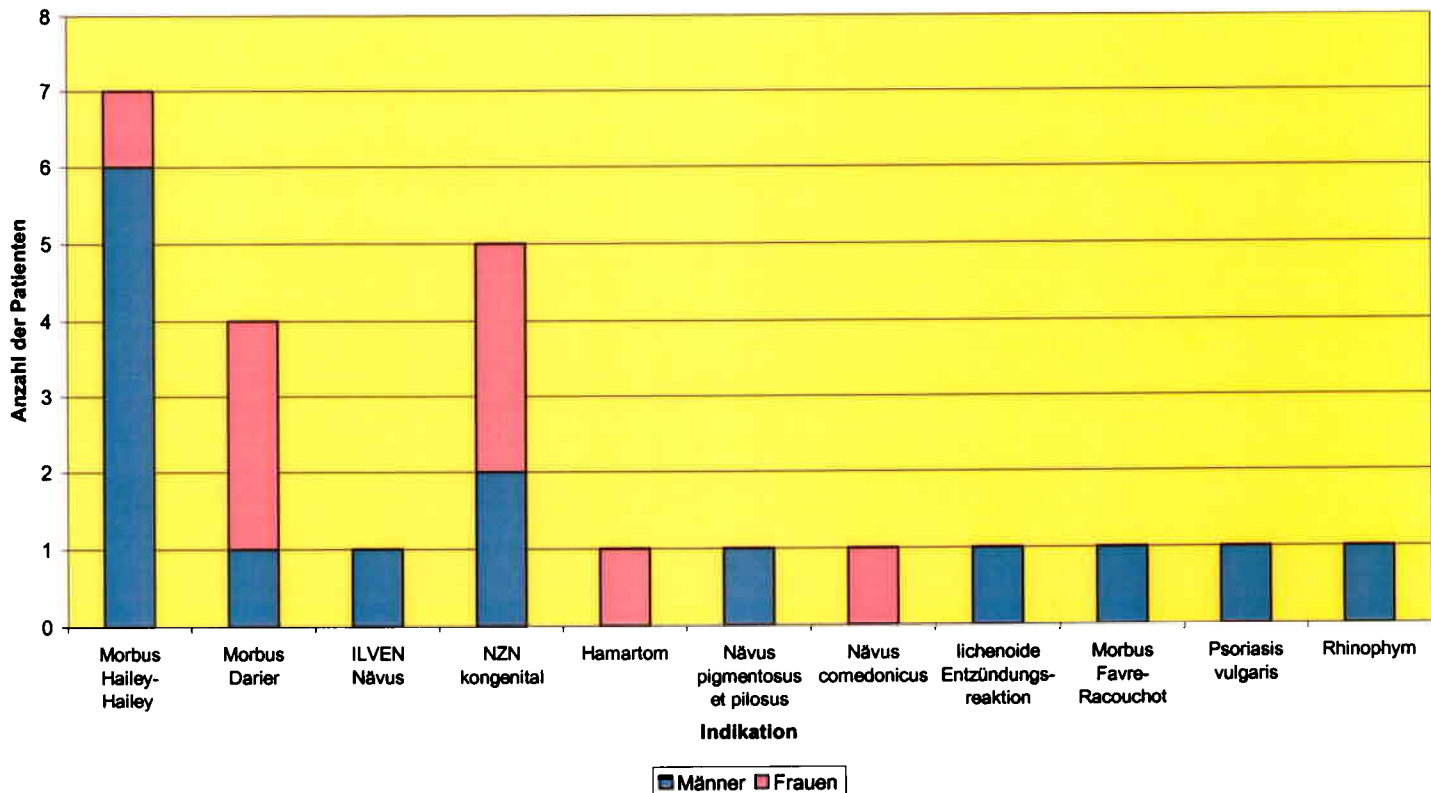
Indikation	Patienten				Anzahl Behandlungen	Lasereinstellung				Histologie in %	Behandlungsdaten			
	Anzahl Patienten	m	w	Alter von-bis		mittleres Alter	Fluence bekannt in %	Fluence von-bis J/cm ²	Fluence Mittelwert in J/cm ²		Fluence Medianwert in J/cm ²	häufigste Lokalisation	LA-Gabe in%	Anzahl Kontrollen
Lentiginos	56	11	45	32 - 84	58	35	2.8 - 17.4	6.5	6	20	29	42	47	5.4
Becker-nävus	1	1	-	-	22	-	-	-	-	ja	nein	ja	ja	-

m = männlich
w = weiblich

LA = Lokalanästhesie

2.6.3. Epidermal – dermale Veränderungen (Tabelle 4)

Übersicht: Indikation - Anzahl der Patienten



Graphik 4

In dieser Gruppe wurden Indikationen wie Morbus Hailey-Hailey (MHH), Morbus Darier (MD) und verschiedene epidermal-dermale Nävi zusammengefaßt. Bei den erstgenannten Indikationen lag das Durchschnittsalter bei 50 Jahren, MHH fand sich fast ausschließlich bei Männern, bei MD war es umgekehrt. Typischen Körperregionen waren z.B. Axillen, Leiste oder Stamm.

Die Nävi bildeten eine heterogene Gruppe. Besonders herauszugreifen wäre der kongenitale NZN. Es wurden ein Säugling, drei Kleinkinder und ein 10-jähriges Kind mit dem Er:YAG-Laser behandelt. Der Säugling wurde wegen eines großflächigen kongenitalen NZN im „Badehosenbereich“ im Alter von ein respektive zwei Monaten operiert. Seitdem finden jährliche Kontrollen statt. Die Nävi-Gruppe wird komplett mit dem ILVEN-Nävus, Nävus pigmentosus et pilosus, Nävus comedonicus und dem Hamartom. Andere Einzelfälle waren die lichenoide Entzündungsreaktion, Morbus Favre-Racouchot, Psoriasis vulgaris und das Rhinophym.

Sowohl Kontrollrate als auch Dokumentation erwiesen sich in dieser Gruppe als recht ausführlich. Die Medianwerte der Fluence lagen durchweg zwischen 5 – 7 J/cm². Fast alle Patienten erhielten eine Anästhesie, die Kinder wurden unter Vollnarkose operiert. Die Beobachtungszeiträume variierten. Kurzzeitkontrollen gab es nahezu bei jedem Patienten. In Ausnahmefällen (z.B. MHH, MD, kongenitaler NZN) wurden jährliche Kontrollen durchgeführt, so daß es im Einzelfall Patienten mit Beobachtungszeiträumen von bis zu 7 Jahren gibt.

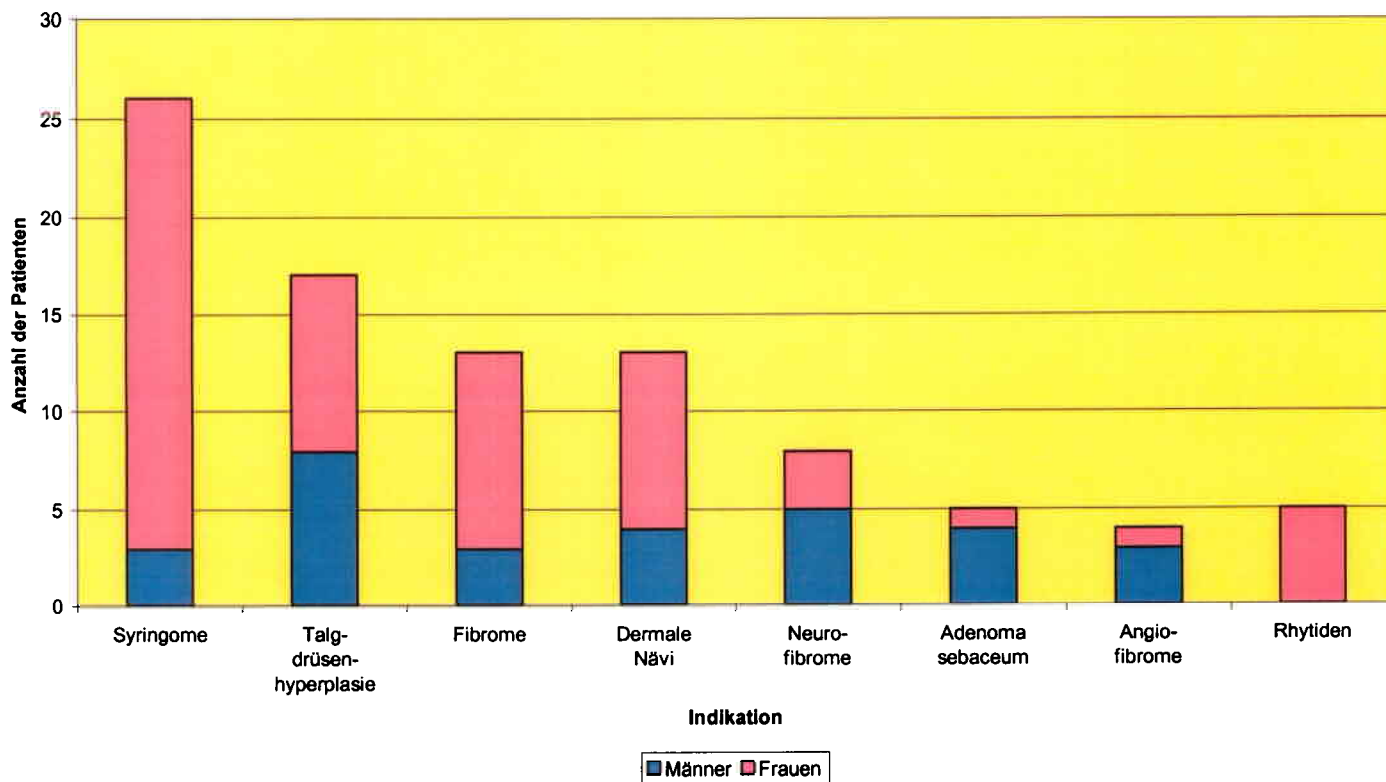
Übersicht 1: Indikation und Behandlungsdaten

Indikation	Patientendaten				Anzahl Behandlungen	Lasereinstellung				Histologie in %	Behandlungsdaten			
	Anzahl Patienten	m	w	Alter von-bis		Fluence bekannt in %	Fluence von-bis J/cm ²	Fluence Mittelwert	Fluence Medianwert		LA in %	häufigste Lokalisation	Anzahl Kontrollen	Kontrollen in %
Morbus Halley-Halley	7	6	1	37 - 63	14	64	5.1 - 16	8.2	6.6	57	86	11	79	4.7
Morbus Darier	4	1	3	38 - 66	18	56	5.1 - 11.3	7.1	6.4	100	13LA, 1VN	15	83	2.1
ILVEN-Nävus	1	1	-	-	1	ja	5.7	5.7	5.7	nein	ja	-	-	5
NZN kongenital	5	2	3	1 Monat - 10 Jahre	8	63	4 - 10	6.7	6.6	60	alle VN	7	88	5
Hamartom	1	-	1	-	7	71	5 - 11.3	8	7.1	nein	57	6	86	5
Nävus pigmentosus et pilosus	1	1	-	-	1	ja	4.2	4.2	4.2	nein	ja	ja	-	5
Nävus comedonicus	1	-	1	-	1	ja	4.1	4.1	4.1	ja	-	ja	-	5
lichenoider Entzündungsreaktion	1	1	-	-	1	-	-	-	-	ja	ja	ja	-	-
Morbus Favre	1	1	-	-	1	ja	5.1	5.1	5.1	ja	ja	ja	-	-
Racouchot	1	1	-	-	1	ja	5.1	5.1	5.1	nein	ja	-	-	-
Psoriasis vulgaris	1	1	-	-	1	ja	5.1	5.1	5.1	nein	ja	-	-	-
Rhinophym	1	1	-	-	1	ja	10	10	10	nein	ja	1	-	-

m = männlich
w = weiblich
LA = Lokalanästhesie
VN = Vollnarkose

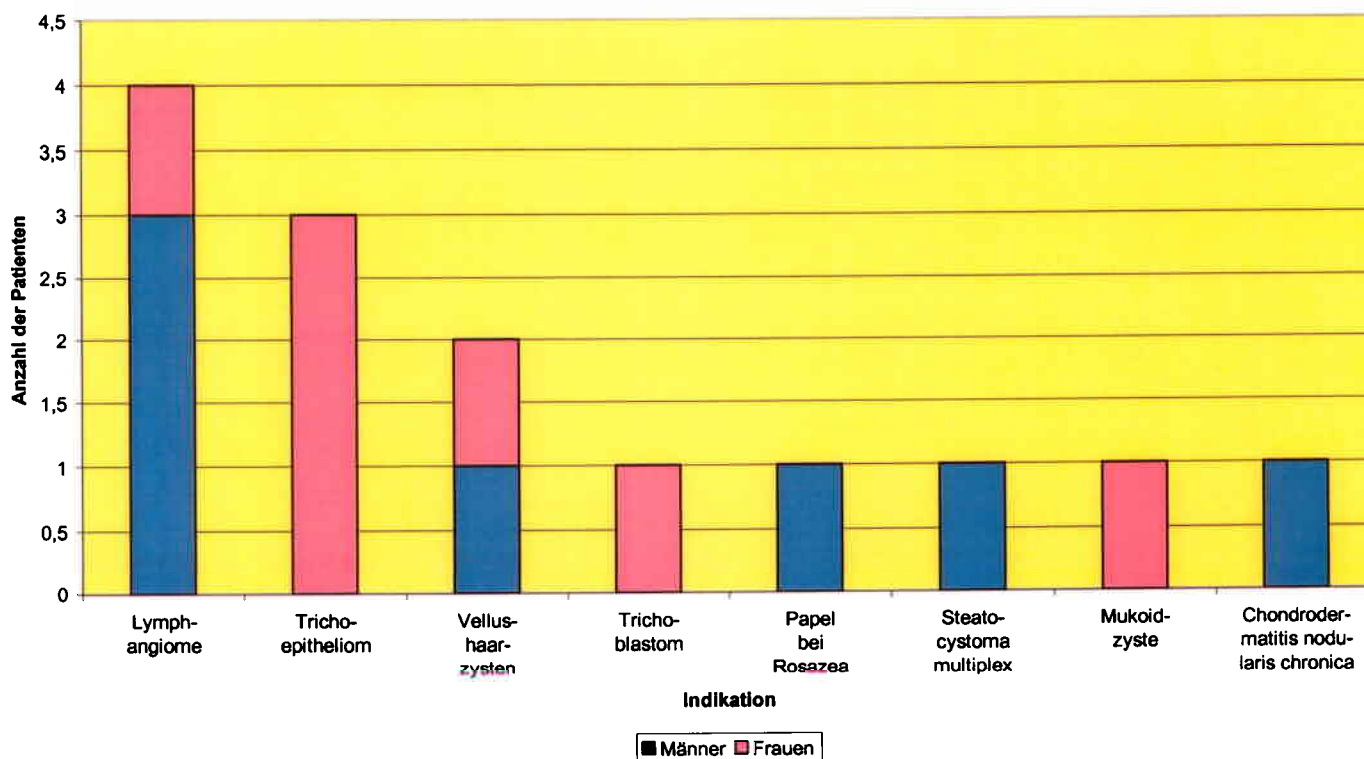
2.6.4. Dermale Veränderungen – Gewebeproliferation (Tabelle 5)

Übersicht: Indikation - Anzahl der Patienten



Graphik 5

Übersicht: Indikation - Anzahl der Patienten



Graphik 6

In dieser Gruppe gab es insgesamt 16 verschiedene Indikationen, allerdings in unterschiedlicher relativer Häufigkeit. Eine größere Patientenzahl mit 26, 17, und je 13 gab es bei Syringomen, Talgdrüsenhyperplasien, Fibromen und dermalen Nävi.

Drei bis fünf Patienten wurden wegen Neurofibromen, Adenoma sebaceum, Rhytiden, Angiofibromen, Lymphangiomen und Trichoepitheliomen behandelt. Einzelindikationen waren Velushaarzysten, das Trichblastom, Papel bei Rosazea, Steatocystoma multiplex, die Mukoidzyste, und Chondrodermatitis chronica nodularis.

Insgesamt wurden deutlich mehr Frauen als Männer behandelt, vor allem wegen Syringomen, Fibromen und Rhytiden. Nur bei Neurofibromen, Adenoma sebaceum, Angiofibromen und Lymphangiomen war es umgekehrt.

Das Durchschnittsalter reichte von 23 – 55 Jahren. Jüngere Patienten gab es z.B. bei Adenoma sebaceum und Angiofibromen, Lichtschäden an der Haut machten sich dagegen erwartungsgemäß erst bei älteren Menschen bemerkbar. Dennoch fanden sich bei annähernd allen Indikationen sowohl junge als auch ältere Patienten.

Die Fluence war in ein bis zwei Drittel der Behandlungsfälle bekannt, die Medianwerte lagen zwischen 5 – 8 J/cm², einzig bei den Talgdrüsenhyperplasien war der Wert etwas höher (9.95 J/cm²). Eine Anästhesie war in mehr als der Hälfte der Behandlungsfälle notwendig.

Die Hautveränderungen traten vorzugsweise im Gesicht auf, z.B. wurden die Syringome fast ausschließlich am Auge behandelt. Ausnahmen bildeten die Neurofibrome an Extremitäten und Stamm, sowie Lymphangiome an Stamm, Skrotum und Labien.

IV.a. Dermale Veränderungen - Gewebeproliferation

Übersicht 1: Indikation und Behandlungsdaten

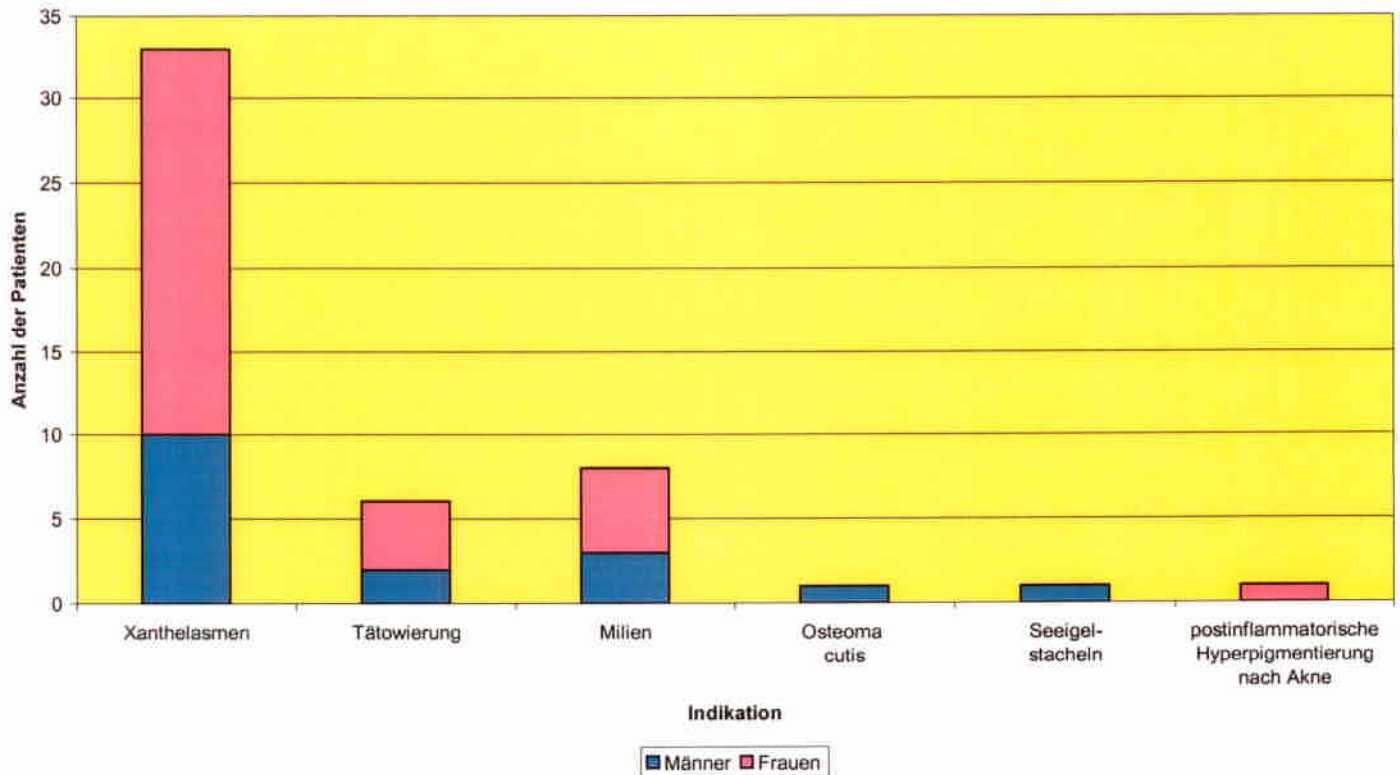
Tabelle 5

Indikation	Patientendaten				Anzahl Behandlungen	Lasereinstellung				Histologie in %	Behandlungsdaten				
	Anzahl Patienten	m	w	Alter von-bis		mittleres Alter	Fluence bekannt in	Fluence von-bis /cm²	Fluence Mittelwert		Fluence Medianwert	LA-Gabe zu	Lokalisation	Anzahl Kontrollen	Kontrollen zu
Syringome	26	3	23	18 - 62	41	32	4.2 - 19.9	6.4	6.3	20	63	v.a. Auge	27	47	6
Talgdrüsenhyperplasie	17	8	9	36 - 74	52	27	4.2 - 19.9	10.7	9.95	7	53	Gesicht	6	20	4.1
Fibrome	13	3	10	14 - 64	46	14	4.2 - 7.5	5.9	5.9	8	43	Gesicht Stamm	3	21	1 - 4
Dermale Nävi	13	4	9	13 - 56	36	46	5.7 - 12	6.8	6	60	65	Gesicht	17	85	5
Neurofibrome bei Morbus Recklinghausen	8	5	3	16 - 58	35	63	4 - 20	11.3	7.5	25	37	v.a. Stamm Extremitäten	10	53	6
Adenoma sebaceum	5	4	1	16 - 53	26	58	3.5 - 11.3	7.4	7.8	-	81	Gesicht	15	58	2
Angiofibrome	4	3	1	6 - 33	24	50	5.7 - 14.9	7.7	6	40	60	Gesicht	6	60	12.2
Rhytiden	5	-	5	45 - 74	55	67	5.1 - 6.4	5.4	5.1	-	50	perioral Oberlippe	6	100	1.1
Lymphangiome	4	3	1	11 - 77	47	38	5 - 8	6.3	6	-	76	Stamm Skrotum Labien	8	100	5.7
Trichoepitheliom	3	-	3	16 - 62	34	60	2.8 - 6	4.9	6	66	80	Gesicht	3	60	-
Vellushaarzysten	2	1	1	21 - 28	25	76	5 - 8	6.2	6	50	88	Extremitäten Gesicht	3	33	-
Trichoblastom	1	-	1	-	35	ja	6 - 10.4	8.2	8.2	ja	50	Schläfe	ja	100	-
Pappel bei Rosacea	1	1	-	-	53	-	-	-	-	-	-	Auge	ja	-	-
Steatocystoma multiplex	1	1	-	-	23	-	-	-	-	ja	ja	Stamm	-	-	-
Mukoidzyste	1	-	1	-	26	ja	-	5.7	5.7	-	-	Oberlippe	ja	-	-
Chondrodermatitis chronica nodularis	1	1	-	-	31	ja	-	5.7	5.7	-	ja	Ohr	-	-	-

m = männlich
w = weiblich
LA = Lokalanästhesie
VN = Vollnarkose

2.6.5. Dermale Veränderungen – Ablagerungen (Tabelle 6)

Übersicht: Indikation - Anzahl der Patienten



Graphik 7

Hauptvertreter dieser Kategorie waren bei 33 Patienten die Xanthelasmen, gefolgt von Tätowierungen und Milien bei sechs und acht Patienten. Einzelindikationen waren Osteoma cutis, Seeigelstacheln, und Hyperpigmentierung nach Akne. Die Xanthelasmen traten fast ausschließlich am Auge auf. Mit Ausnahme der Seeigelstacheln in der Fußsohle war auch bei den anderen Indikationen überwiegend das Gesicht betroffen.

Das Durchschnittsalter lag zwischen 30 – 54 Jahren. Die Fluence war maximal in 50 % der Behandlungen bekannt, die Medianwerte lagen zwischen 5 – 7.5 J/cm².

IV.b. Dermale Veränderungen - Ablagerungen

Übersicht 1: Indikation und Behandlungsdaten

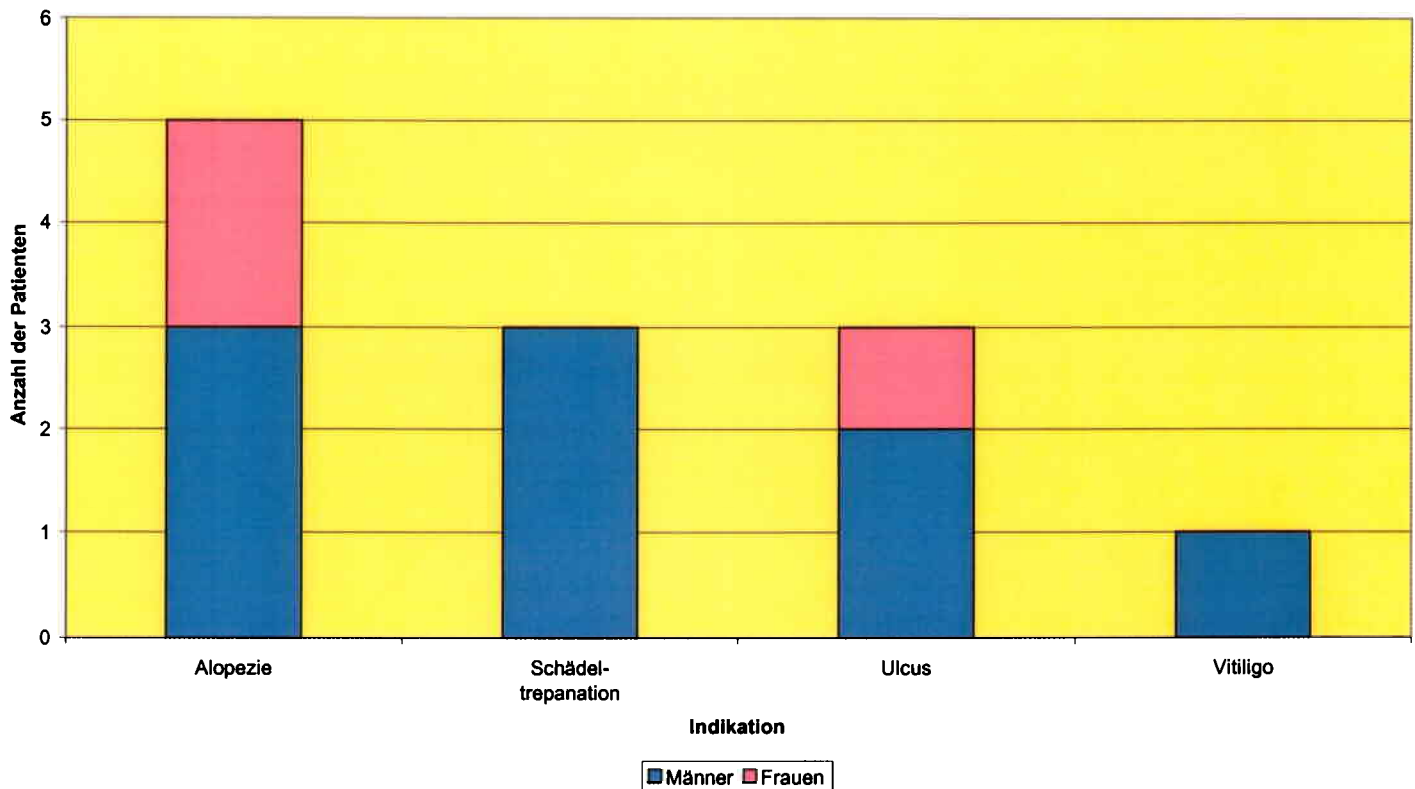
Indikation	Patientendaten				Anzahl Behandlungen	Histologie in %	Behandlungsdaten				
	Anzahl Patienten	m	w	Alter von-bis			mittleres Alter	LA-Gabe in%	Lokalisation	Anzahl Kontrollen	Kontrollen in %
Xanthelasmen	33	10	23	28 - 72	67	3	67	Auge	39	58	4.4
Tätowierung	6	2	4	27 - 49	18	17	61	Arm Stamm Gesicht	13	72	5
Millien	8	3	5	36 - 71	15	-	47	Gesicht	5	33	2.7
Osteoma cutis	1	1	-	-	4	ja	50	Gesicht	2	50	-
Seelgelstacheln	1	1	-	-	3	-	100	Fußsohle	3	100	-
postinflammatorische Hyperpigmentierung nach Akne	1	-	1	-	1	-	-	Stirn	ja	-	-

m = männlich
w = weiblich

LA = Lokalanästhesie

2.6.6. Wundgrundkonditionierung (Tabelle 7)

Übersicht: Indikation - Anzahl der Patienten



Graphik 8

Es handelte sich um Behandlungsfälle mit einer jeweils kleinen Patientenzahl, bei denen das Ziel der Er:YAG-Laser Behandlung die Verbesserung der Wundheilung war.

Bei den Alopeziepatienten wurde der Laser eingesetzt, um das Transplantatbett für die Haarverpflanzung vorzubereiten. Bei der „Schädeltrepanation“ handelte es sich um drei 55 – 86 Jahre alte Männer, die sich im Vorfeld einer Spinaliom-OP hatten unterziehen müssen, bei der das Periost wegen der Tumorinfiltration entfernt worden war. Daher konnte keine Reepithelialisierung mehr stattfinden. Behandlungsziel war der Abtrag der Tabula externa mittels Er:YAG-Laser. Es sollte die Neubildung von Knochen angeregt werden, der dann den Wundgrund für eine Epithelialisierung darstellen sollte. Der identische Gedanke lag bei der Behandlung der Ulzera-Patienten zugrunde. Es handelte sich um zwei Männer und eine Frau im Alter von 61 – 85 Jahren. Sie hatten bereits eine z.T. längere Leidensgeschichte hinter sich. Die Wundanfrischung erfolgte hier über den regelmäßigen Abtrag der Fibrinbeläge. Darüber hinaus gab es einen 55-jährigen Patienten mit Vitiligoherden, bei dem mittels Erbiumlaser das Transplantatbett für eine Melanozytentransplantation vorbereitet wurde.

Alopezie- und Ulcuspatienten benötigten eine LA, in den anderen Fällen war dies nicht notwendig.

V. Wundgrundkonditionierung

Übersicht 1: Indikation und Behandlungsdaten

Tabelle 7

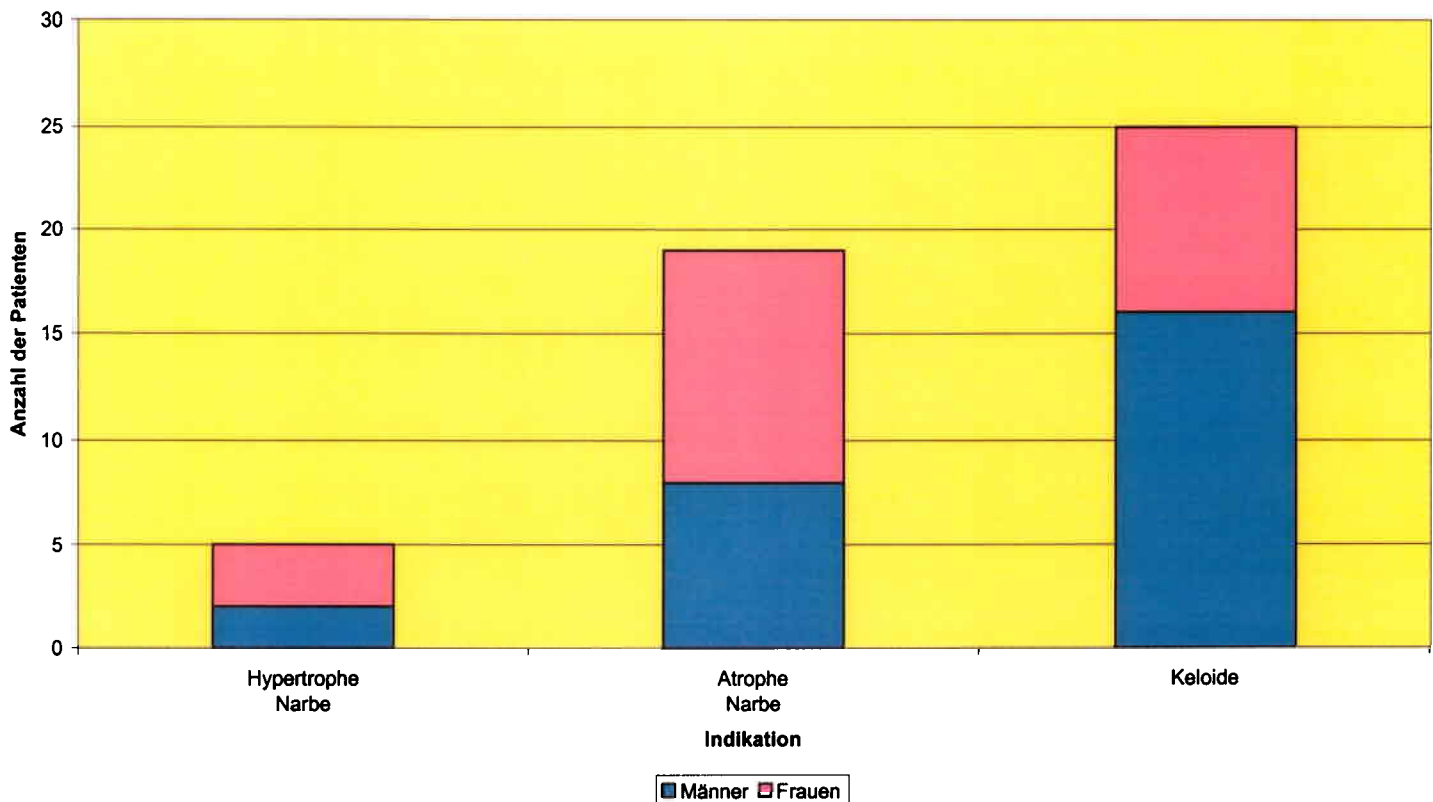
Indikation	Patientendaten				Anzahl Behandlungen	Lasereinstellung				Histologie	Behandlungsdaten			
	Anzahl Patienten	m	w	Alter von-bis		mittleres Alter	Fluence bekannt in %	Fluence von-bis J/cm ²	Fluence Mittelwert		Fluence Medianwert	LA-Gabe in %	Lokalisation	Anzahl Kontrollen
Alopezie	5	3	2	20 - 48	37	-	-	-	-	-	86	10	71	-
Schädel-trepanation	3	3	-	55 - 86	60	-	-	-	-	-	-	5	100	-
Ulcus	3	2	1	61 - 85	70	50	8 - 20	11	8	-	88	6	75	-
Vitiligo	1	1	-	-	52	ja	-	5.7	5.7	-	-	1	-	-

m = männlich
w = weiblich

LA = Lokalanästhesie

2.6.7. Narben – Keloide (Tabelle 8)

Übersicht: Indikation - Anzahl der Patienten



Graphik 9

Die Indikationen dieser Kategorie wurden gegliedert in Keloide und in hypertrophe respektive atrophe Narben (=Aknenarben). Insgesamt wurden 49 Patienten behandelt, die Hälfte wegen Keloiden. Hypertrophe Narben gab es in fünf Fällen, die verbleibenden 19 Patienten stellten sich wegen Aknenarben vor.

Das Durchschnittsalter lag bei 29 respektive 31 Jahren. Die Hautveränderungen traten vorwiegend im Gesicht auf, aber auch an Extremitäten und am Rumpf. Bei Aknenarben und Keloiden war eine Anästhesie notwendig, z.T. wurde ein „skin resurfacing“ unter Vollnarkose durchgeführt. Im Fall der hypertrophen Narben wurde nur in 31 % der Patienten eine Anästhesie dokumentiert. Dies erscheint aber wegen der Schmerzhaftigkeit wenig plausibel. Vermutlich wurde wegen dieser offensichtlichen Selbstverständlichkeit die Anästhesie nicht dokumentiert.

Der Medianwert der Fluence liegt für Keloide mit 7.5 J/cm^2 höher als bei atropen respektive hypertrophen Narben mit 5.1 J/cm^2 .

Übersicht 1: Indikation und Behandlungsdaten

Indikation	Patientendaten				Anzahl Behandlungen	Lasereinstellung				Histologie	Behandlungsdaten				
	Anzahl Patienten	m	w	Alter von-bis		Fluence bekannt in %	Fluence von-bis J/cm ²	Fluence Mittelwert	Fluence Medianwert		LA in %	Lokalisation	Anzahl Kontrollen	Kontrollen in %	Intervall Medianwert in Wochen
Hypertrophe Narben	5	2	3	17 - 40	13	31	5.1 - 6	5.3	5.1	-	31	Extremitäten Gesicht	8	62	4.3
Atrophische Narben	19	8	11	16 - 44	25	25	5.1 - 6	5.2	5.1	-	25	12 LA 10 VN 88	17	68	3.6
Keloide	25	16	9	17 - 59	76	55	4.2 - 20	8.6	7.5	-	55	61 LA 4 VN 86	53	70	5

m = männlich
w = weiblich

LA = Lokalanästhesie
VN = Vollnarkose

3. Ergebnisse

3.1. Übersicht 2: Ergebnisse und Komplikationen (Tabellen 9-15)

Alle 478 mit dem Er:YAG Laser behandelten Patienten wurden einer der insgesamt sechs Bewertungskategorien (siehe Abschnitt 2.5.3.a.) zugeordnet.

364 Patienten konnten den Bewertungen 1 bis 4 zugewiesen werden, waren also eindeutig bewertbar. Die Darstellung der Resultate erfolgte in den Tabellen 9-15.

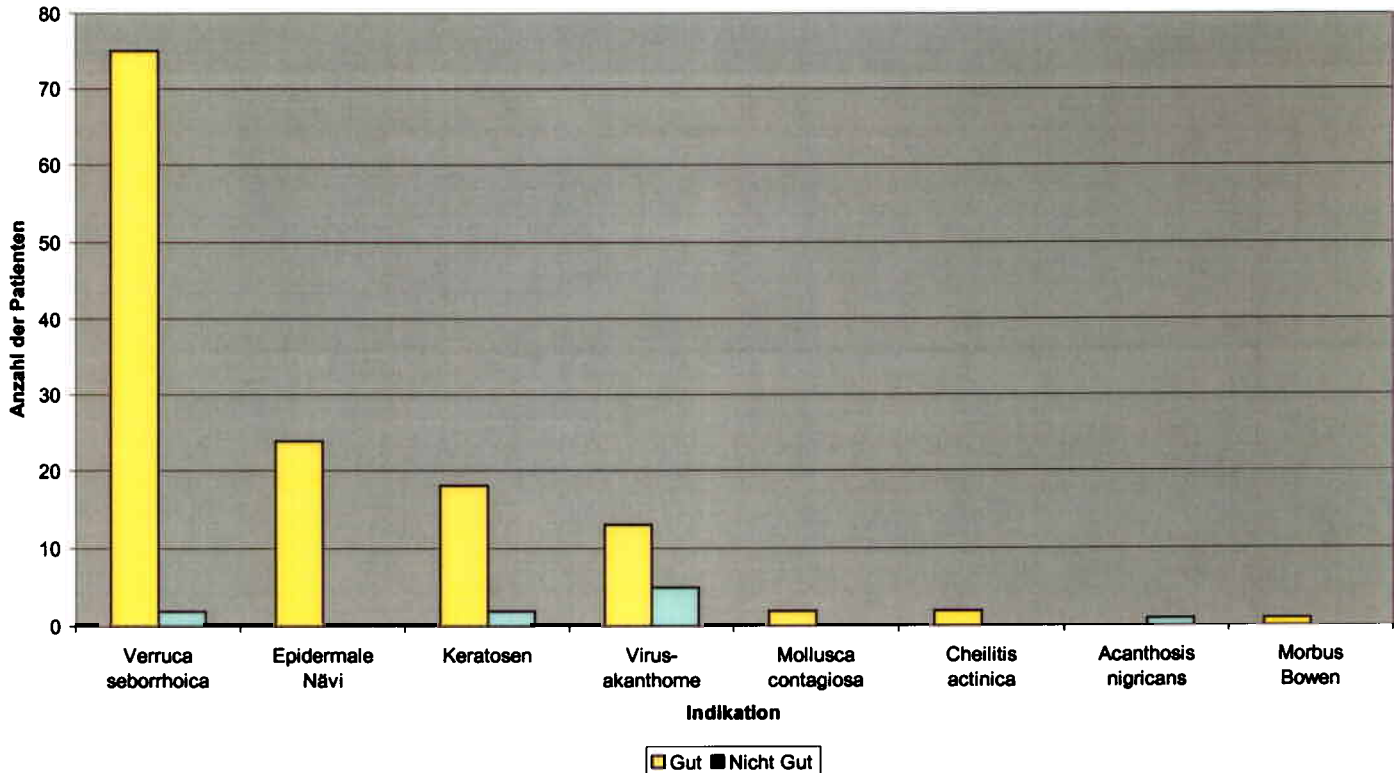
Die Kategorien 1 - 4 der **Einzelresultate** wurden in die Spalte **Gesamtergebnisse** übertragen. Waren weniger als 10 Patienten auswertbar, wurden ausschließlich Absolutzahlen angegeben. Bei 10 und mehr Patienten wurden die Ergebnisse zusätzlich in Prozent dargestellt. In den Graphiken sind die Kategorien 1 und 2 als „gute“ Resultate, denjenigen der Kategorien 3 und 4 („nicht gut“) gegenübergestellt. (siehe 2.5.3. b.)

Alle dokumentierten Komplikationen wurden, nach zeitlichem Auftreten gegliedert, aufgelistet.. Es erfolgte die Unterteilung in intraoperative und postoperative **Komplikationen**. Bei den **postoperativen Komplikationen** erfolgte eine weitere Untergliederung in eine „**frühe Phase**“ (bis sechs Wochen) und in eine „**späte Phase**“ (nach sechs Wochen). Für die Auswertung wurden sie in den jeweiligen Indikationsgruppen zusammengefaßt.

Zur Berechnung der absoluten Häufigkeit wurden intraoperativ auftretende Komplikationen auf die Summe aller Behandlungen bezogen. Die Referenzgruppe für alle postoperativ auftretenden Erscheinungen waren die – im jeweiligen Zeitraum – als „Kontrolle“ klassifizierten Patienten (= explizit bewertet; siehe 2.2.c.).

3.1.1. Epidermal-hyperplastische Veränderungen (Tabelle 9)

Ergebnisübersicht



Graphik10

Behandlungsergebnisse:

145 von ursprünglich 181 behandelten Patienten konnten ausgewertet werden. Zwischen 90 und 100 % gute bis sehr gute Ergebnisse gab es bei den Indikationen Verruca seborrhoeica, epidermalen Nävi und Keratosen. Bei den Virusakanthomen zeigten 72 % der Patienten gute bis sehr gute Resultate. Die weiteren vier Indikationen dieser Gruppe waren durch ein oder zwei auswertbare Patienten vertreten. Die Ergebnisse waren gut bis sehr gut, einzige Ausnahme bildete Acanthosis nigricans.

Komplikationen:

Mit einem Anteil von 13.5 % war das postoperative Erythem die häufigste Komplikation. Erosionen, Krusten und Hyperpigmentierungen waren in je 3.5 % der Fälle dokumentiert. Narben und Atrophien hatten einen Anteil von je 1.4 %.

Tabelle 9

Übersicht 2: Ergebnisse und Komplikationen

I. Epidermal - hyperplastische Veränderungen

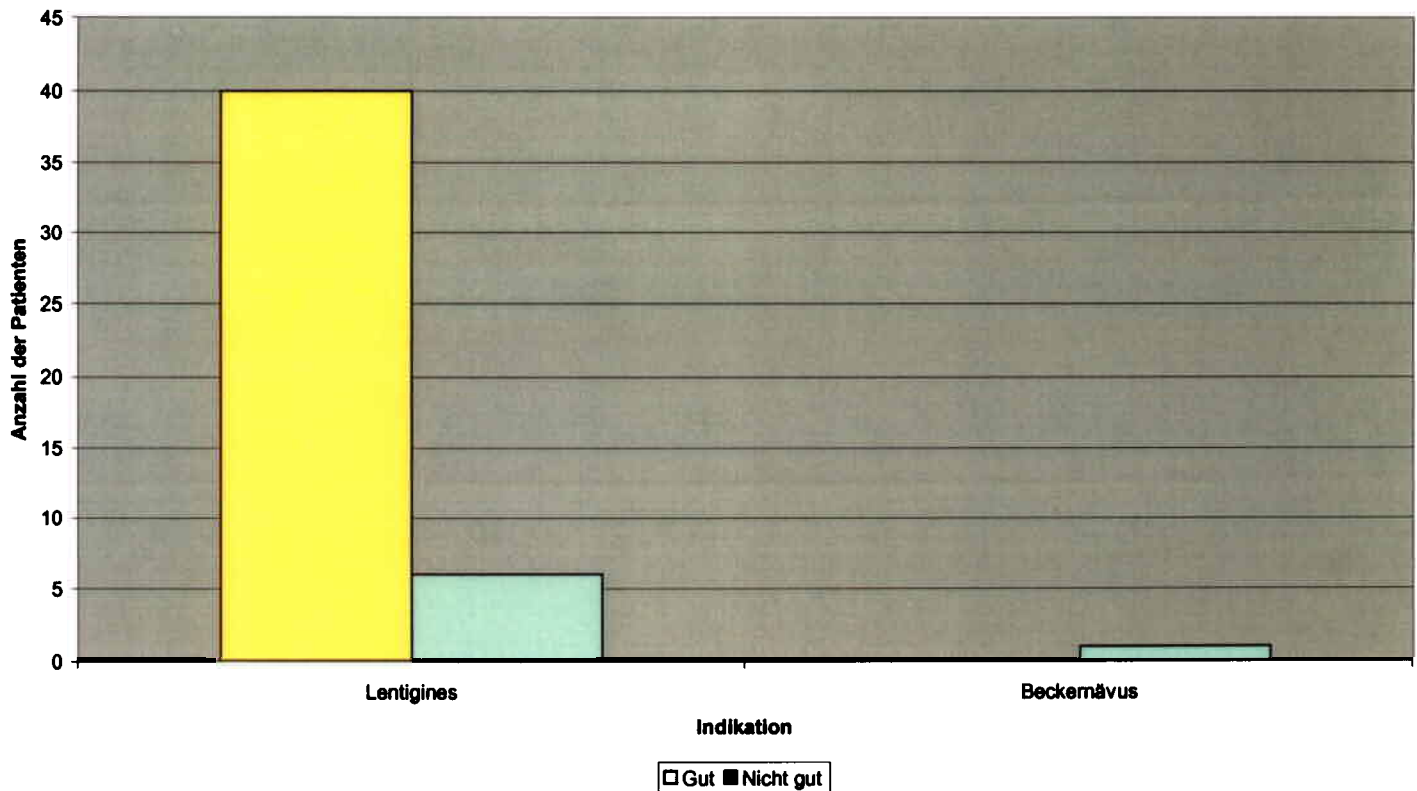
Indikation	Anzahl Behandlungen	Anzahl Patienten	Einzelbewertung							Anzahl auswertbarer Patienten	Gesamtergebnis			Kontrollen in %	Komplikationen			Anzahl notwendiger Sitzungen
			0	1	2	3	4	sehr gut - gut n (%)	mäßig - unverändert n (%)		schlecht - unverbessert n (%)	KO intraoperativ (x)	KO bis 6 Wo (x)		KO > 6 Wo (x)			
Verruca seborrhoica	156	95	18	9	66	2	-	-	77	75 (97%)	2 (3%)	28	Blutung (5) Krankheitsgefühl (1) Quaddeln (1)	Erythem (4) Hyperpigmentierung (2) Erosion (3) Kruste (1)	Hyperpigmentierung (2) Erythem (1)	1-4 meist 1		
Epidermale Nävi	114	28	1	1	23	-	-	24	24 (100%)	-	49	Blutung (5) Schmerzen (1)	Erythem (5) Krusten (1) Teilsangiektasien (1) Hypertrophie Narbe (1) Zarte Atrophie (1)	Erythem (6) Hyperpigmentierung (1) Hypopigmentierung (1) leichte Narbe (1) Zarte Atrophie (1)	1-6 sehr unterschiedlich			
Keratozen	40	26	6	2	16	1	1	20	18 (90%)	2 (10%)	52,5	Blutung (5)	Blutung (1) Ulceration (2) Erosion (2) Kruste (2) Erythem (1)	Erythem (1)	1-4 meist 1			
Virus - akantrome	33	22	5	1	12	3	2	18	13 (72%)	5 (18%)	42	Blutung (3)	Erythem (1) Hypopigmentierung (1)	-	1-3 meist 1			
Mollusca contagiosa	7	5	3	-	2	-	-	2	2	-	29	-	-	-	-	1		
Cheilitis actinica	4	3	1	1	1	-	-	2	2	-	75	-	Schuppung (1) Kruste (1)	-	-	1		
Acanthosis nigricans	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1	ja	-	-	-	-	-		
Morbus Bowen	2	1	-	-	1	-	-	1	1	-	50	-	-	-	-	1		

Einzelbewertung: 0 = keine Beurteilung möglich, 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mäßig, 4 = unverändert, 10 = guter Behandlungsbeginn, nicht abgeschlossen
es wurden ausschließlich die Kategorien 1 - 4 der Einzelbewertung für das Gesamtergebnis gewertet.

n = Anzahl der Patienten
KO = Komplikationen
Wo = Wochen
x = Anzahl der Nennungen

3.1.2. Epidermale Pigmentveränderungen (Tabelle 10)

Ergebnisübersicht



Graphik 11

Behandlungsergebnisse:

Eine Probebehandlung an dem Beckernävus führte zu keiner Befundverbesserung. Dagegen konnte bei 89 % der Lentiginos-Patienten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis erzielt werden.

Komplikationen:

Das postoperative Erythem war in 35 % aller Fälle dokumentiert. An lediglich einem wegen Lentiginos behandelten Patienten wurde postoperativ ein feines Närbchen festgestellt.

Tabelle 10

II. Epidermale Pigmentveränderungen

Übersicht 2: Ergebnisse und Komplikationen

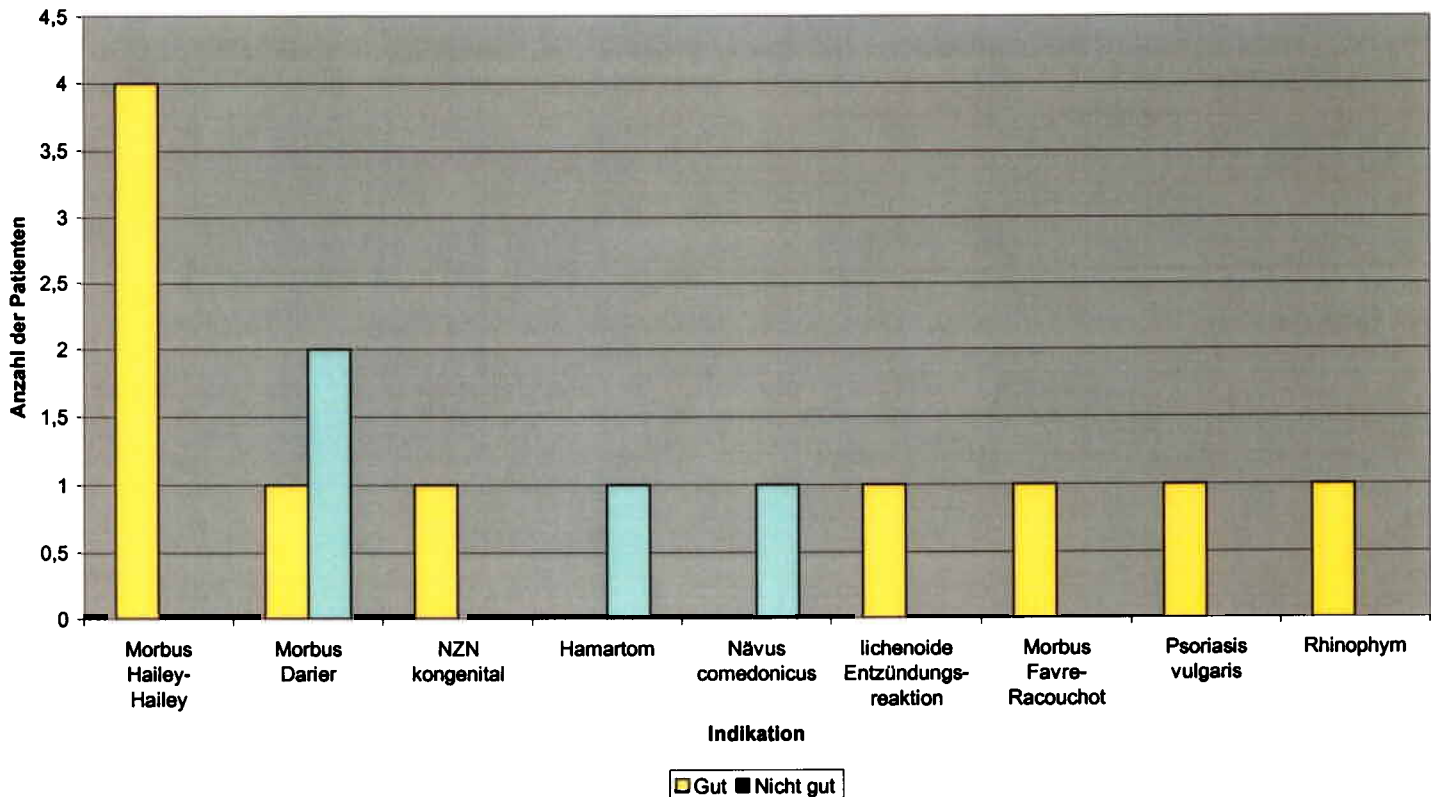
Indikation	Anzahl Behandlungen	Anzahl Patienten	Einzelbewertung						Anzahl auswertbarer Patienten	Gesamtergebnis			Kontrollen in %	Komplikationen			Anzahl notwendiger Sitzungen	
			0	1	2	3	4	10		sehr gut - gut (%)	mäßig - unverändert (%)	KO intraoperativ (x)		KO bis 6 Wo (x)	KO > 6 Wo (x)			
			n	n	n	n	n	n										
Lentiginos	89	56	9	8	32	4	2	1	46	40	87 %	6	13 %	47	Blutung (3)	Erythem (7) residuelles Hämatom (1)	Erythem (8) Narbenchen (1)	1 - 2 meist 1
Becker-Nävus	1	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	ja	-	Narbenchen (1)	-	-

Einzelbewertung: 0 = keine Beurteilung möglich, 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mäßig, 4 = unverändert, 10 = guter Behandlungsbeginn, nicht abgeschlossen
 es wurden ausschließlich die Kategorien 1 - 4 der Einzelbewertung für das Gesamtergebnis gewertet

- n = Anzahl der Patienten
- KO = Komplikationen
- Wo = Wochen
- x = Anzahl der Nennungen

3.1.3. Epidermal-dermale Veränderungen (Tabelle 11)

Ergebnisübersicht



Graphik 12

Behandlungsergebnisse:

In dieser Gruppe konnten nur 14 von 24 behandelten Patienten ausgewertet werden. Alle vier beurteilten Patienten mit MHH zeigten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis. Ein Erfolg wurde ebenfalls bei der lichenoiden Entzündungsreaktion, Morbus Favre-Racouchot, Psoriasis und dem Rhinophym erzielt. Zwei der drei Patienten mit MD zeigten nur eine teilweise Befundverbesserung, wohingegen bei einer häufig mit dem Laser behandelten und seitdem jährlich kontrollierten Patientin ein guter bis sehr guter Erfolg zu verzeichnen war.

Von den Kindern mit den kongenitalen Nävi wurde ausschließlich der als Säugling behandelte kleine Patient berücksichtigt. Bei dem nun schon über 7 Jahre kontrollierten Jungen führte die Behandlung zu einem sehr schönen Ergebnis. Keine oder nur geringe Besserung war bei dem Hamartom und dem Nävus comedonicus zu erzielen. Die Patienten mit dem ILVEN-Nävus und Nävus pigmentosus et pilosus konnten nicht bewertet werden.

Komplikationen:

Intraoperative Blutungen waren in 5,6 % aller Fälle notiert. Bei drei Behandlungen kam es bei einer Patientin mit MD intraoperativ zu einer Urticaria factitia. Wichtigste postoperative Erscheinung war das Erythem (11,4 %).

Übersicht 2: Ergebnisse und Komplikationen

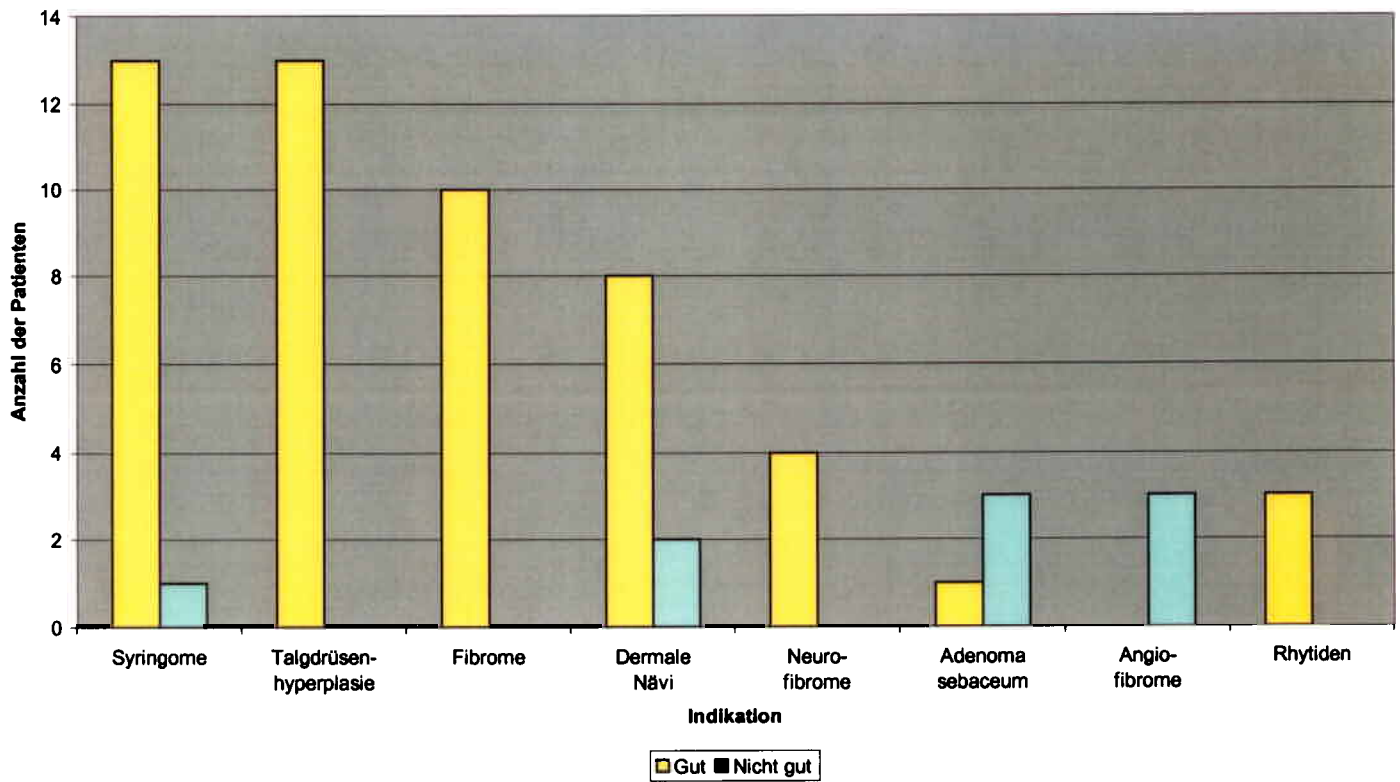
Indikation	Anzahl Behandlungen	Anzahl Patienten	Einzelbewertung										Anzahl schwerwiegender Patienten	Gesamtergebnis			Kontrollen in %	Komplikationen			Anzahl notwendiger Sitzungen		
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	sehr gut - gut n (%)	mäßig - unverändert n (%)		schlecht - unacceptabel n (%)	KO intraoperativ (n)	KO bis & Wo (n)		KO > 6 Wo (n)	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10									
Morbus Halley-Halley	14	7	2	-	4	-	-	4	-	-	1	4	-	-	4	-	-	79	Blutung (1)	Erythem (1) Rhagaden (1) Juckreiz (1) Ekzem (19)	Erythem (1) zarte Atrophie (1)	1 - 3	
Morbus Darier	16	4	1	-	1	2	-	-	-	-	-	3	1	-	1	-	83	Linfocytäre factia (3)	leichte Narbe (1) Exzoriationen (1) Hyperpigmentierung (1)	-	1 - 2		
IVN-Nirvus	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NZN kongenital	8	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	1	-	-	1	-	83	-	-	-	-	1	
Hamartom	7	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	86	Blutung (1)	-	Erythem (1)	-	-	
Nirvus pigmentosus et pilosus	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	Ja	-	-	-	Erythem (1)	-	-
Nirvus comedonicus	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	Ja	-	-	Erythem (1)	-	-	-
Ichthyoide Entzündungsreaktion	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	Ja	Blutung (1)	-	Erosion (1)	-	-	1
Morbus Favre-Recouchot	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	Ja	-	-	-	-	-	1
Psoriasis vulgaris	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	Ja	-	-	-	-	-	1
Rhinophym	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	Ja	-	-	-	-	-	1

Einzelbewertung: 0 = keine Beurteilung möglich, 1 = sehr gut, 2 = mäßig, 3 = gut, 4 = unverändert, 5 = mäßig, 6 = gut, 7 = mäßig, 8 = gut, 9 = unverändert, 10 = guter Behandlungserfolg, nicht abgeschlossen
Es werden ausschließlich die Kategorien 1 - 4 der Einzelbewertung für das Gesamtergebnis gewertet

n = Anzahl der Patienten
KO = Komplikationen
Wo = Wochen
x = Anzahl der Nennungen

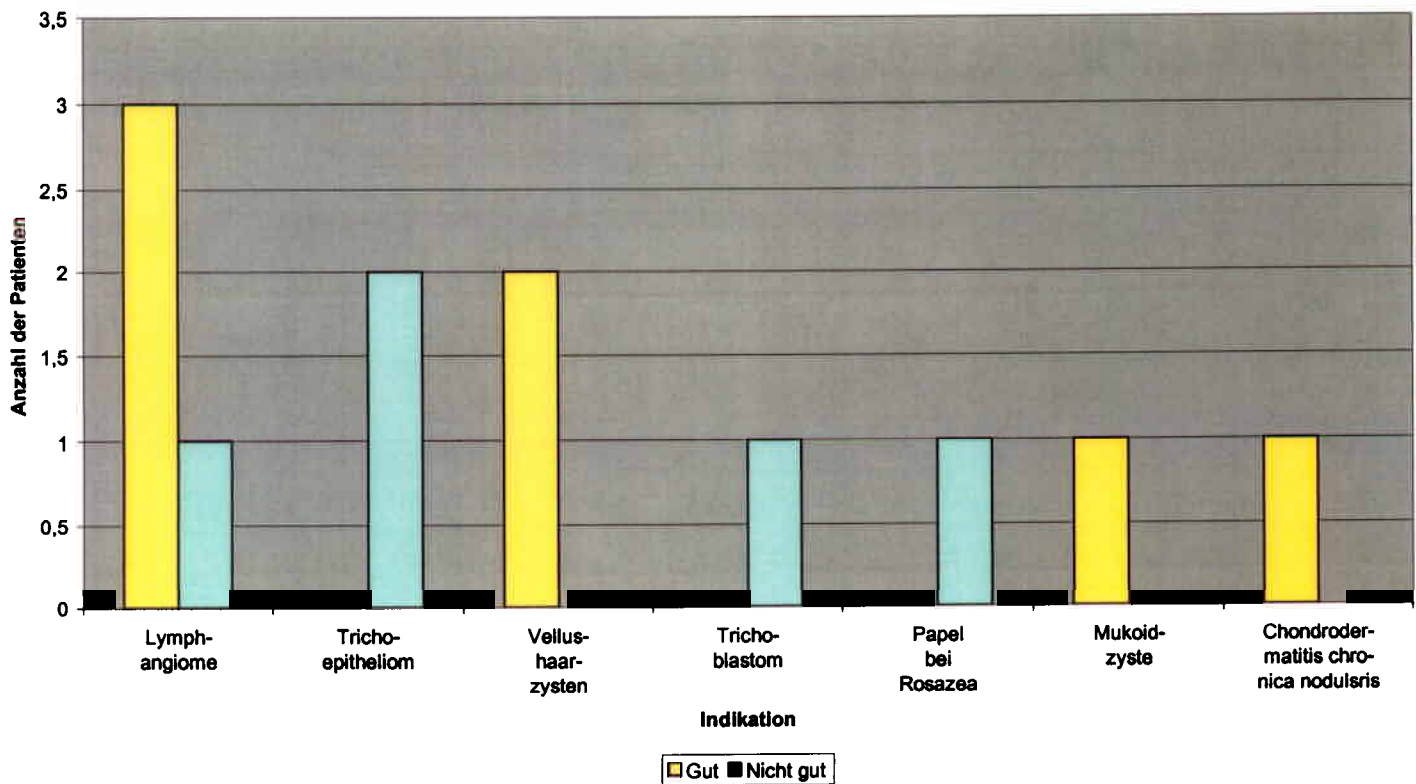
3.1.4. Dermale Veränderungen-Gewebe proliferation (Tabelle 12)

Ergebnisübersicht



Graphik 13

Ergebnisübersicht



Graphik 14

Behandlungsergebnisse:

Ein gutes Viertel der Patienten dieser Gruppe fiel aus der Endauswertung heraus. Bei vier der 16 Indikationen konnten 10 oder mehr Patienten ausgewertet werden. Eine 90-100 %ige Erfolgsquote wurde bei Syringomen, Talgdrüsenhyperplasien und Fibromen erreicht, bei dermalen Nävi waren 80 % gut bis sehr gut.

Bei den verbliebenen 12 Indikationen wurden je ein bis fünf Patienten ausgewertet. Einheitlich gute bis sehr gute Bewertung gab es bei Neurofibromen, Rhytiden, Vellushaarzysten, der Mukoidzyste und bei Chondrodermatitis chronica nodularis.

Keine oder eine nur teilweise Befundverbesserung wurde bei Angiofibromen, Trichoepitheliom, dem Trichoblastom und der Papel bei Rosazea dokumentiert. Drei von vier bewerteten Patienten mit Adenoma sebaceum zeigten eine teilweise Verbesserung, nur bei einem Patienten wurde ein gutes Ergebnis festgestellt. Bei den Lymphangiomen war das Verhältnis umgekehrt, drei von vier Patienten zeigten eine gute bis sehr gute Befundbesserung, nur bei einem Patienten gab es keine Veränderung.

Mangels ausreichender Daten konnte der Patient mit Steatocystoma multiplex nicht ausgewertet werden.

Komplikationen:

Eine intraoperative Blutung war in 6 % der Fälle notiert, das postoperative Erythem hatte einen Anteil von 10.3 %. Weitere Erscheinungen waren Erosionen (2.8 %), Krusten (3.8 %) und feine Närbchen (1.9 %).

Übersicht 2: Ergebnisse und Komplikationen

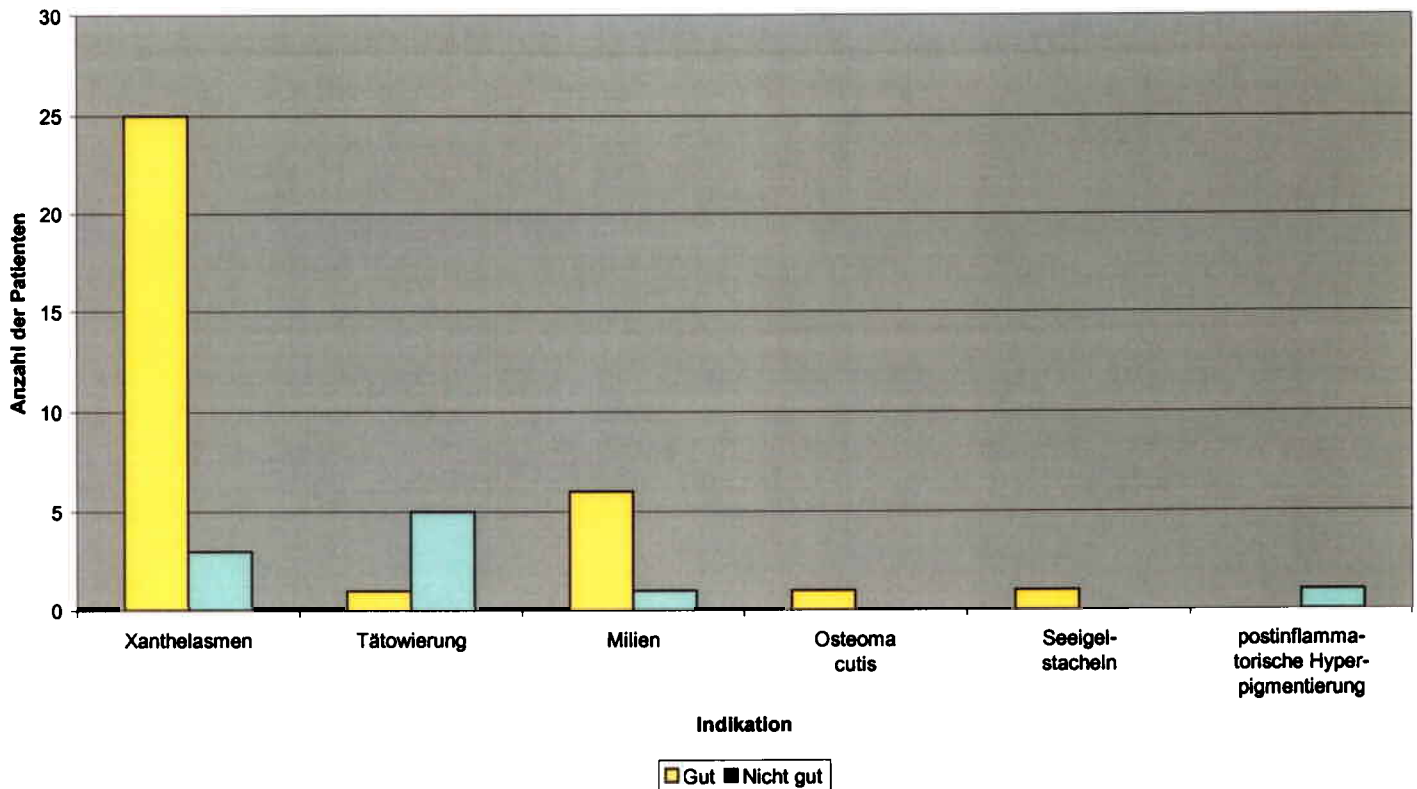
Indikation	Anzahl Behandlungen	Anzahl Patienten	Einzelbewertung										Anzahl auswertbarer Patienten	Gesamtergebnis			Kontrollen in %	Komplikationen				Anzahl notwendiger Sitzungen
			0	1	2	3	4	10	n	%	n	%		n	%	KO intraoperativ (x)		KO bis 6 Wo (x)	KO > 6 Wo (x)			
			0	1	2	3	4	10														
Syringome	57	26	11	2	11	-	1	1	13	93 %	1	7 %	47	Blutung (4) Hämatom (2) Schmerzen (1)	Erythem (2) Teleangiectasien (1)	Erythem (1) atrophisches Narbchen (1)	1-3					
Talgdrüsenhyperplasie	30	17	4	-	13	-	-	13	100 %	-	-	20	Blutung (1)	-	Erythem (1) diskrete Narbe (1)	1						
Fibrome	14	13	3	-	10	-	-	10	100 %	-	-	21	-	-	-	1						
Dermale Nävi	26	13	3	2	6	2	-	8	80 %	2	20 %	65	Blutung (1)	Erythem (2) Erosion (1)	-	1-3						
Neurofibrome bei Morbus Recklinghausen	19	8	4	-	4	-	-	4	-	-	-	53	Blutung (2)	Erosion (1)	Erythem (1)	1						
Adenoma sebaceum	26	5	1	-	1	3	-	1	-	3	-	58	Blutung (4)	Krusten (1)	Erythem (1)	-						
Angiofibrome	10	4	1	-	-	2	1	-	-	-	3	60	Schmerzen (1)	Krusten (1) Erosion (1)	Erythem (1)	-						
Rhytiden	6	5	-	2	3	-	-	5	-	-	-	100	-	Erythem (1)	-	1						
Lymphangiome	8	4	-	-	3	-	1	-	3	-	1	100	Erythem (1) Nässen (1) Schmerzen (1)	-	-	2						
Trichoepitheliom	5	3	1	-	-	1	1	-	-	-	2	60	-	-	-	-						
Veilushaar-Zysten	9	2	-	-	2	-	-	-	2	-	-	33	Blutung (1)	-	Erythem (1)	1-2						
Trichoblastom	2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	100	Schmerzen (1)	Krusten (2)	-	-						
Papil bei Rosacea	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	ja	-	-	-	-						
Stäocystoma multiplex	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Mukokyste	1	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	ja	-	-	-	1						
Chondrodermatitis chronica nodularis	1	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	ja	-	-	-	1						

Einzelbewertung: 0 = keine Beurteilung möglich, 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mäßig, 4 = unverändert, 10 = guter Behandlungsbeginn, nicht abgeschlossen
 es wurden ausschließlich die Kategorien 1 - 4 der Einzelbewertung für das Gesamtergebnis gewertet

n = Anzahl der Patienten
 KO = Komplikationen
 Wo = Wochen
 x = Anzahl der Nennungen

3.1.5. Dermale Veränderungen-Ablagerungen (Tabelle 13)

Ergebnisübersicht



Graphik 15

Behandlungsergebnisse:

In dieser Gruppe konnten nahezu alle Patienten in die Endbewertung einbezogen werden. 89% der bewerteten 28 Patienten mit Xanthelasma zeigten ein gutes bis sehr gutes Ergebnis.

Bei den Indikationen Milium und Tätowierung wurden sieben respektive sechs Patienten ausgewertet. Die Milien konnten überwiegend erfolgreich behandelt werden, lediglich bei einem Patienten gab es eine nur mäßige Besserung. Die Tätowierungen konnten dagegen häufig nur mit geringem Erfolg behandelt werden, Ausnahme war ein Patient, bei dem das Ergebnis gut war.

Einzelfälle mit erfolgreicher Behandlung gab es bei Osteoma cutis und bei Seborrheischen Keratosen.

Gering war die Verbesserung bei der Patientin mit einer postinflammatorischen Hyperpigmentierung nach Akne.

Komplikationen:

Häufigste postoperative Erscheinung war das Erythem (15.9%), gefolgt von der Hyperpigmentierung (9.5%). Narben respektive zarte Atrophien hatten einen Anteil von 3.2% respektive 4.8%.

Tabelle 13

Übersicht 2: Ergebnisse und Komplikationen

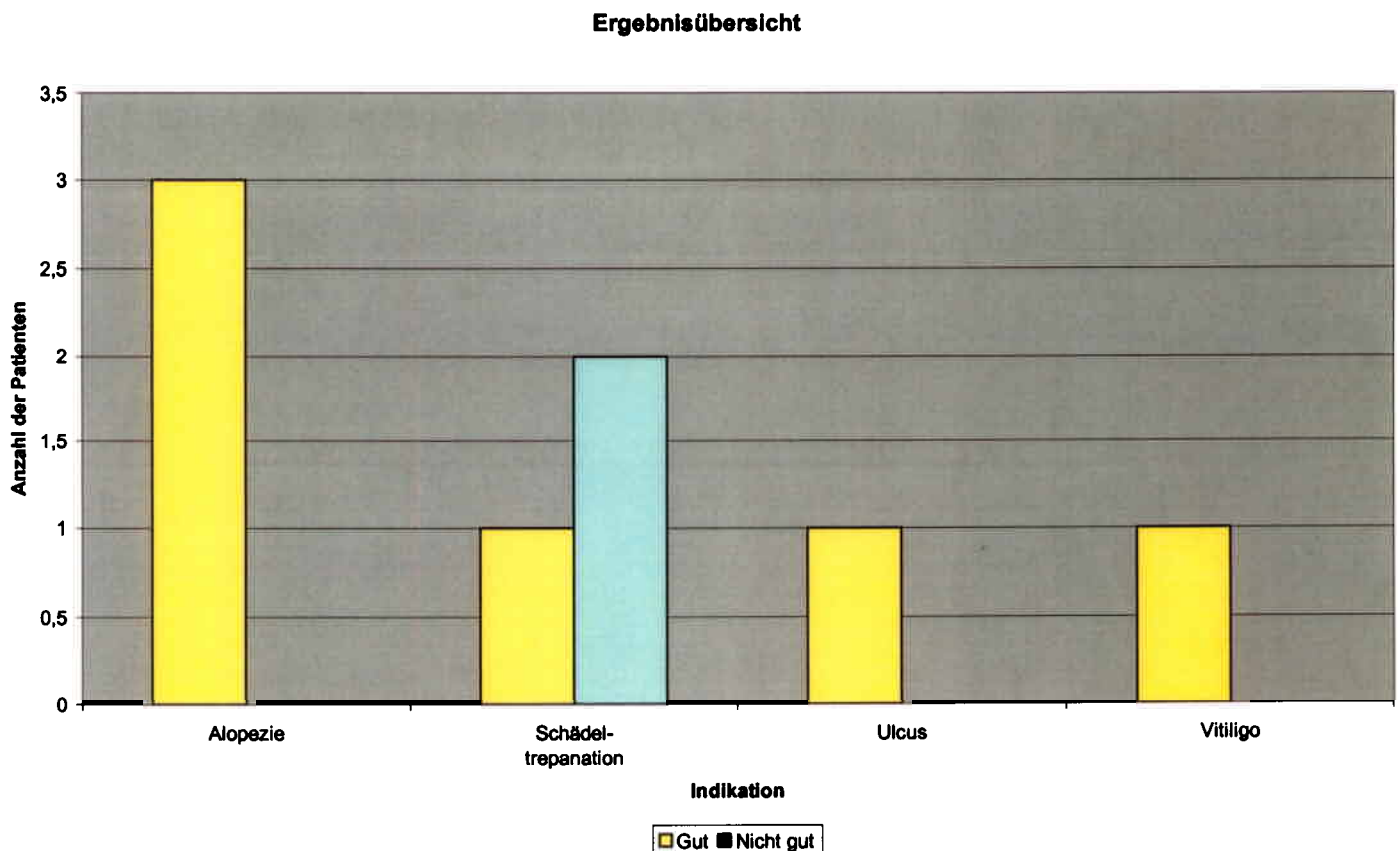
IV.b. Dermale Veränderungen - Ablagerungen

Indikation	Anzahl Behandlungen	Anzahl Patienten	Einzelbewertung							Anzahl auswertbarer Patienten	Gesamtergebnis			Kontrollen in %	Komplikationen				Anzahl notwendiger Sitzungen	
			0	1	2	3	4	10	sehr gut - gut (%)		mäßig - unverändert (%)	KO intraoperativ (x)	KO bis 6 Wo (x)		KO > 6 Wo (x)	Anzahl notwendiger Sitzungen				
			n	n	n	n	n	n	n		n	n	n		n					
Xanthelasmen	67	33	4	7	18	3	-	1	10	28	25	89 %	3	11 %	58	Blutung (7)	Erythem (5) Hyperpigmentierung (1) Hypertrophe Narbe (1) Kruste (2)	Erythem (3) Hyperpigmentierung (3) zarte Atrophie (3) Teleangiektasien (1)	1 - 2 meist 2	
Tätowierung	18	6	-	-	1	5	-	-	-	6	1	-	5	-	72	Blutung (1) Nässen (1) Juckreiz (1)	Hyperpigmentierung (1) Narbe (1)	Narbe (1)	-	
Milien	15	8	1	1	5	1	-	-	-	7	6	-	1	-	33	Blutung (1)	Erythem (1)	-	1	
Osteoma cutis	4	1	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	50	-	-	-	-	1 - 2
Seelgestacheln	3	1	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	100	Schmerzen (2)	-	-	-	3
postinflammatorische Hyperpigmentierung	1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	ja	-	-	Erythem (1) Hyperpigmentierung (1)	-	-

Einzelbewertung: 0 = keine Beurteilung möglich, 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mäßig, 4 = unverändert, 10 = guter Behandlungsbeginn, nicht abgeschlossen
 es wurden ausschließlich die Kategorien 1 - 4 der Einzelbewertung für das Gesamtergebnis gewertet

n = Anzahl der Patienten
 KO = Komplikationen
 Wo = Wochen
 x = Anzahl der Nennungen

3.1.6. Wundgrundkonditionierung (Tabelle 14)



Graphik 16

Behandlungsergebnisse:

Gute bis sehr gute Ergebnisse gab es bei der laserassistierten Haartransplantation der Alopeziepatienten und dem Patienten mit Ulcus cruris. Die Schädel-trepanation war bei einem Patienten bezüglich der Aussprossung von Granulationsgewebe erfolgreich. In den beiden anderen Fällen gelang es nicht, eine ausreichende Granulation zu induzieren. Bei dem Vitiligopatient konnten gezüchtete Melanozyten erfolgreich transplantiert werden.

Komplikationen:

Mit Ausnahme von einem Patienten, bei dem intraoperativ eine Blutung und postoperativ die Ausbildung von Petechien festgestellt wurde, waren in dieser Gruppe keine weiteren Komplikationen dokumentiert.

Übersicht 2: Ergebnisse und Komplikationen

Tabelle 14

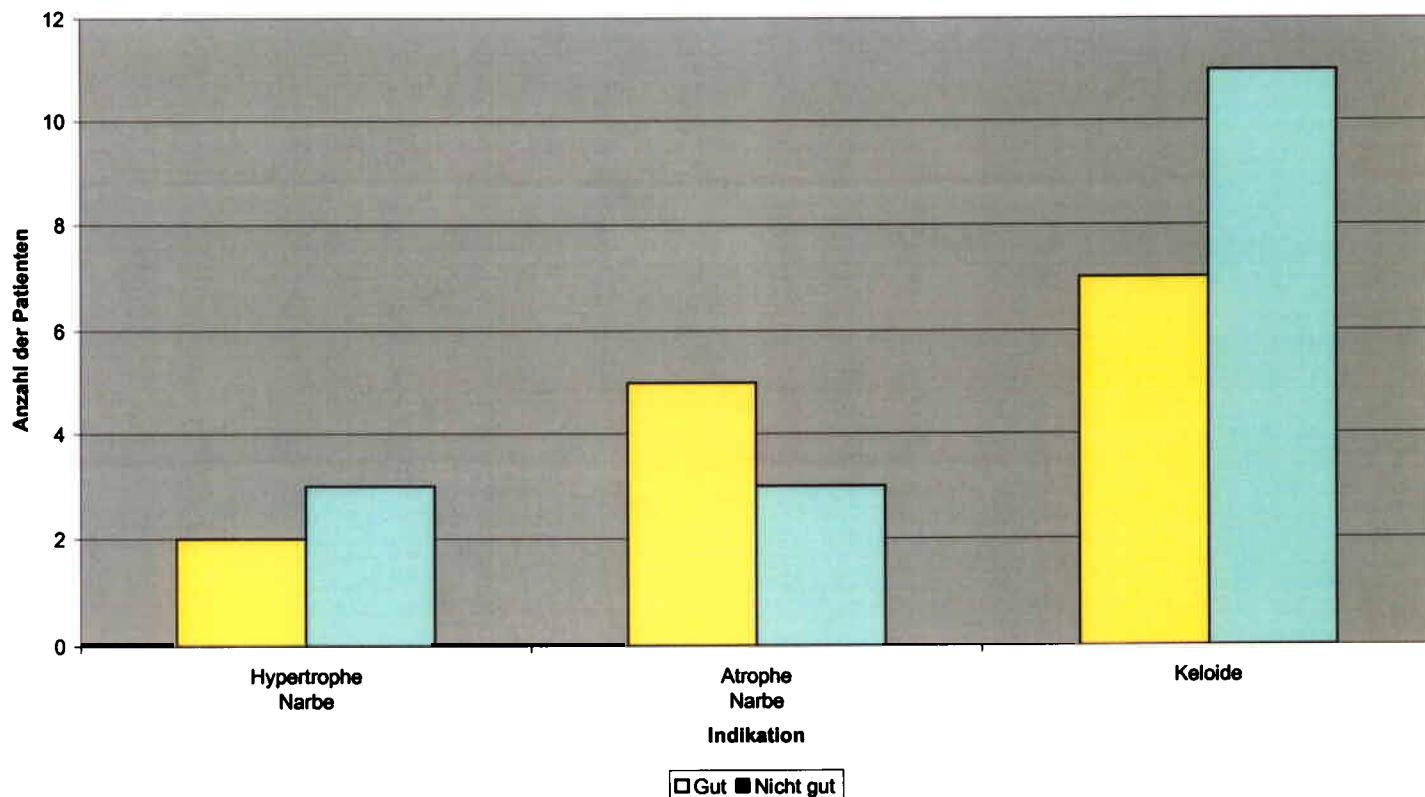
Indikation	Anzahl Behandlungen	Anzahl Patienten	Einzelbewertung							Anzahl auswertbarer Patienten	Gesamtergebnis			Kontrollen in %	Komplikationen			Anzahl notwendiger Sitzungen
			0	1	2	3	4	10	sehr gut - gut (%)		mäßig - unverändert (%)	KO intraoperativ (x)	KO bis 6 Wo (x)		KO > 6 Wo (x)			
Alopezie	14	5	1	-	3	-	-	1	3	-	-	71	-	-	-	-	-	
Schädel-trepanation	5	3	-	-	1	2	-	-	3	1	2	100	-	-	-	3		
Ulcus cruris	8	3	2	-	1	-	-	-	1	1	-	75	Blutung (1)	Petechien (1)	-	viele bisher 6		
Vitiligo	1	1	1	-	-	-	-	-	1	-	1	ja	-	-	-	-		

Einzelbewertung: 0 = keine Beurteilung möglich, 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mäßig, 4 = unverändert, 10 = guter Behandlungsbeginn, nicht abgeschlossen
 es wurden ausschließlich die Kategorien 1 - 4 der Einzelbewertung für das Gesamtergebnis gewertet

- n = Anzahl der Patienten
- KO = Komplikationen
- Wo = Wochen
- x = Anzahl der Nennungen

3.1.7. Narben-Keloide (Tabelle 15)

Ergebnisübersicht



Graphik 17

Behandlungsergebnisse:

Acht von ursprünglich 19 Patienten mit Aknenarben (=atrophe Narben) konnten in das Gesamtergebnis einbezogen werden. Von diesen konnte bei fünf Patienten ein guter Erfolg erzielt werden. Bei den hypertrophen Narben war die Behandlung bei zwei von fünf Patienten gut. Die größte Patientengruppe gab es bei Keloiden. Von den ausgewerteten 18 Patienten konnte nur in 39 % der Fälle ein guter Erfolg erreicht werden.

Komplikationen:

Die intraoperative Blutung war in 3.5 % aller Fälle notiert, das postoperative Erythem hatte einen Anteil von 20.5 %. Abgesehen von Erosionen (2.6 %) und Krusten (7.7 %) wurde bei einem Patienten eine flächige Hyperpigmentierung festgestellt.

Übersicht 2: Ergebnisse und Komplikationen

Tabelle 15

Indikation	Anzahl Behandlungen	Anzahl Patienten	Einzelbewertung							Gesamtergebnis			Komplikationen				Anzahl notwendiger Sitzungen	
			0	1	2	3	4	10	Anzahl auswertbarer Patienten	sehr gut - gut (%)		mäßig - unverändert (%)	Kontrollen in %	KO intraoperativ (x)	KO bis 6 Wo (x)	KO > 6 Wo (x)		
			n	n	n	n	n	n		n								
Hypertrophe Narben	13	5	-	-	2	3	-	-	5	2	-	3	-	62	Blutung (1) Nässen (1)	Krusten (1)	-	1 - 3
Atrophische Narben	25	19	7	-	5	3	-	4	8	5	-	3	-	66	Erythem (4) Blutung (2)	Erythem (6) Kruste (1)	Erythem (1) flächige Hyperpigmentierung (1)	1 - 2
Keloide	76	25	6	-	7	10	1	1	18	7	39 %	11	61 %	70	Blutung (1)	Erythem (5) Krusten (4) Erosion (2) Juckreiz (1)	-	1 - 5

Einzelbewertung: 0 = keine Beurteilung möglich, 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mäßig, 4 = unverändert, 10 = guter Behandlungsbeginn, nicht abgeschlossen
es wurden ausschließlich die Kategorien 1 - 4 der Einzelbewertung für das Gesamtergebnis gewertet

- n = Anzahl der Patienten
- KO = Komplikationen
- Wo = Wochen
- x = Anzahl der Nennungen

3.2. Zusammenfassung der Behandlungsergebnisse (Tabelle 16)

Tabelle 16 Zusammenfassung der Behandlungsergebnisse

	vollständig oder überwiegend gutes bis sehr gutes Ergebnis	nur teilweise oder keine Verbesserung	keine eindeutige Zuordnung möglich
	F Verruca seborrhoica A Epidermale Nävi L Keratosen L Virusakanthome S Lentigines E Syringome R Talgdrüsenhyperplasie I Fibrome E Dermale Nävi Xanthelasmen	Keloide	
	Mollusca contagiosa Cheilitis actinica E Morbus Bowen I Morbus Hailey-Hailey N NZN kongenital Z lichenoider Entzündungsreaktion E Morbus Favre-Racouchot L Psoriasis vulgaris F Rhinophym Ä Neurofibrome L Rhytiden L Lymphangiome E Vellushaarzysten Mukoidzyste Chondrodermatitis chronica nodularis Milien Osteoma cutis Seeigelstacheln Alopezie Ulcus cruris Vitiligo	Acanthosis nigricans Becker-Nävus Hamartom Nävus comedonicus Adenoma sebaceum Angiofibrome Trichoepitheliom Trichoblastom Papel bei Rosazea Tätowierung postinflammatorisch Hyperpigmentierung nach Akne	Morbus Darier Hypertrophe Narben Atrophe Narben

Fallserie : 10 oder mehr Patienten konnten ausgewertet werden

Einzelfälle : ein bis maximal 10 Patienten konnten ausgewertet werden

a.) Ergebnisse der Fallserien (ab 10 Patienten):

Bei den Indikationen Verruca seborrhoica, epidermale Nävi, Keratosen, Syringome, Talgdrüsenhyperplasien, Fibrome, Lentigines, dermale Nävi, Xanthelasma, Virusakanthome, und Keloide konnten jeweils zwischen 10 und 77 Patienten ausgewertet werden. Einzig bei den Keloiden waren die Ergebnisse nicht überzeugend. In allen anderen Fällen konnten überwiegend oder bei allen Patienten gute bis sehr gute Resultate erzielt werden.

b.) Erfolgreiche Einzelfälle:

Mit überwiegend gutem bis sehr gutem Erfolg behandelte kleine Patientengruppen oder Einzelfälle gab es bei Mollusca contagiosa, Cheilitis actinica, Morbus Bowen, Morbus Hailey-Hailey, kongenitalem NZN, der lichenoiden Entzündungsreaktion, Morbus Favre-Racouchot, Psoriasis vulgaris, Rhinophym, Neurofibromen, Rhytiden, Lymphangiomen, Vellushaarzysten, der Mucoïdcyste, Chondrodermatitis chronica nodularis, Milien, Osteoma cutis, Seeigelstacheln, Alopezie, Ulcus cruris und Vitiligo.

c.) Weniger erfolgreiche Einzelfälle:

Ein nur teilweiser oder ausbleibender Erfolg konnte bei Acanthosis nigricans, Becker-Nävus, dem Hamartom, Nävus comedonicus, Adenoma sebaceum, Angiofibromen, Trichoepitheliom, Trichoblastom, der Papel bei Rosazea, Tätowierungen und der postinflammatorischen Hyperpigmentierung nach Akne beobachtet werden.

d.) „Gemischte“ Ergebnisse:

Geteilte Ergebnisse gab es bei Morbus Darier, Schädeltrepanation, hypertrophen und atrophen Narben.

Keine Aussage konnte beim ILVEN-Nävus, Nävus pigmentosus et pilosus und Steatocystoma multiplex getroffen werden.

3.3. Komplikationen

Inraoperative und postoperative Komplikationen wurden separat erfaßt und ausgewertet. Bei den **postoperativen Komplikationen** erfolgte zusätzlich zur *Gesamtdarstellung* eine Unterteilung in eine „*frühe Phase*“ (bis sechs Wochen) und eine „*späte Phase*“ (später als sechs Wochen).

3.3.1. Komplikationen – Gesamtübersicht (Tabelle 17)

Tabelle 17 **Gesamtübersicht aller dokumentierten Komplikationen (absolute Häufigkeit)**

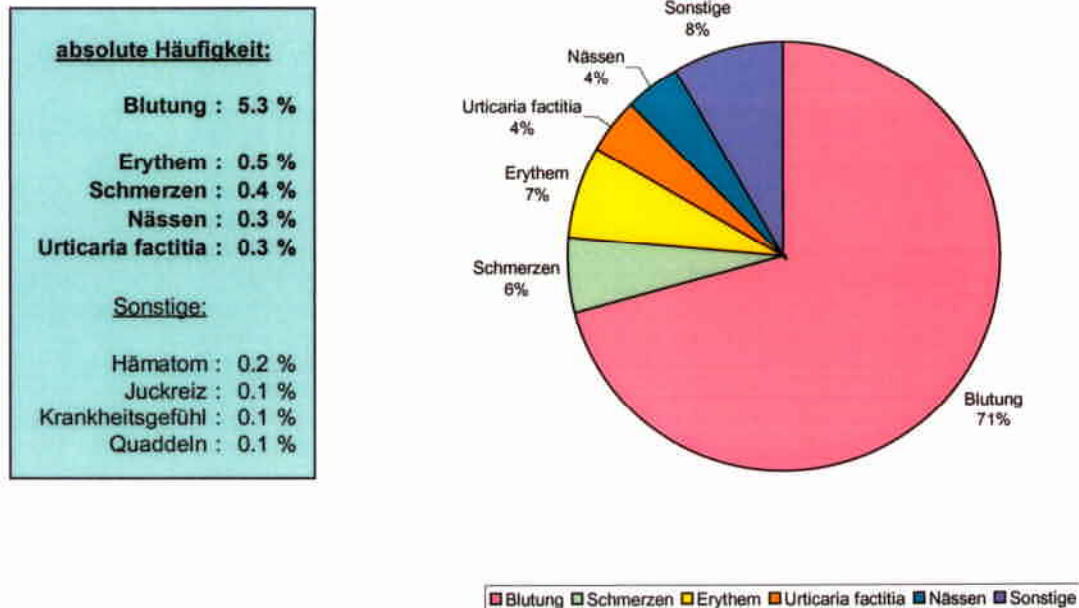
intraoperativ	postoperativ		postoperativ gesamt
	frühe Phase: bis 6 Wochen	späte Phase: nach 6 Wochen	
Blutung : 5.3 %	Erythem : 14 %	Erythem : 16.3 %	Erythem : 14.8 %
	Kruste : 5.6 %	Hyperpigmentierung : 3.8 %	Kruste : 3.5 %
	Erosion : 3.6 %	Atrophie : 3.3 %	Hyperpigmentierung : 2.5 %
	Hyperpigmentierung : 1.6 %	Narbe : 2.2 %	Erosion : 2.3 %
	Narbe : 1.3 %		Narbe : 1.6 %
			Atrophie : 1.4 %
Erythem : 0.5 %	Juckreiz : 0.7 %	Hypopigmentierung : 0.5 %	Teleangiektasien : 0.6 %
Schmerzen : 0.4 %	Teleangiektasien : 0.7 %	Teleangiektasien : 0.5 %	Hypopigmentierung : 0.4 %
Nässen : 0.3 %	Ulceration : 0.7 %		Juckreiz : 0.4 %
Urticaria factitia : 0.3 %	Atrophie : 0.3 %		Ulceration : 0.4 %
Hämatom : 0.2 %	Blutung : 0.3 %		Blutung : 0.2 %
Juckreiz : 0.1 %	Ekzem : 0.3 %		Ekzem : 0.2 %
Krankheitsgefühl : 0.1 %	Exkoriation : 0.3 %		Exkoriation : 0.2 %
Quaddeln : 0.1 %	Hämatom : 0.3 %		Hämatom : 0.2 %
	Hypopigmentierung : 0.3 %		Petechien : 0.2 %
	Petechien : 0.3 %		Rhagaden : 0.2 %
	Rhagaden : 0.3 %		Schuppung : 0.2 %
	Schuppung : 0.3 %		

 = Absolute Häufigkeit > 1 %
 = Absolute Häufigkeit < 1 %

Sowohl intra- als auch postoperativ waren mehrere verschiedene Erscheinungen notiert, allerdings in sehr unterschiedlicher Häufigkeit. In Tabelle 17 sind im oberen Teil die häufiger gesehenen (blau unterlegt) und im unteren Teil seltene Komplikationen (grau unterlegt) aufgeführt. Weitere Ausführungen folgen in den Abschnitten 3.3.1.1. und 3.3.1.2.

3.3.1.1. Intraoperative Komplikationen:

Intraoperative Komplikationen (absolute und relative Häufigkeit)



Graphik 18

Häufigste Akutkomplikation war die intraoperative Blutung mit einer relativen Häufigkeit von 71%. Die absolute Häufigkeit der Blutung betrug 5.3%.

Sehr seltene Vorkommnisse waren z.B. Schmerzen, Erythem, Urticaria factitia und Wundnässen.

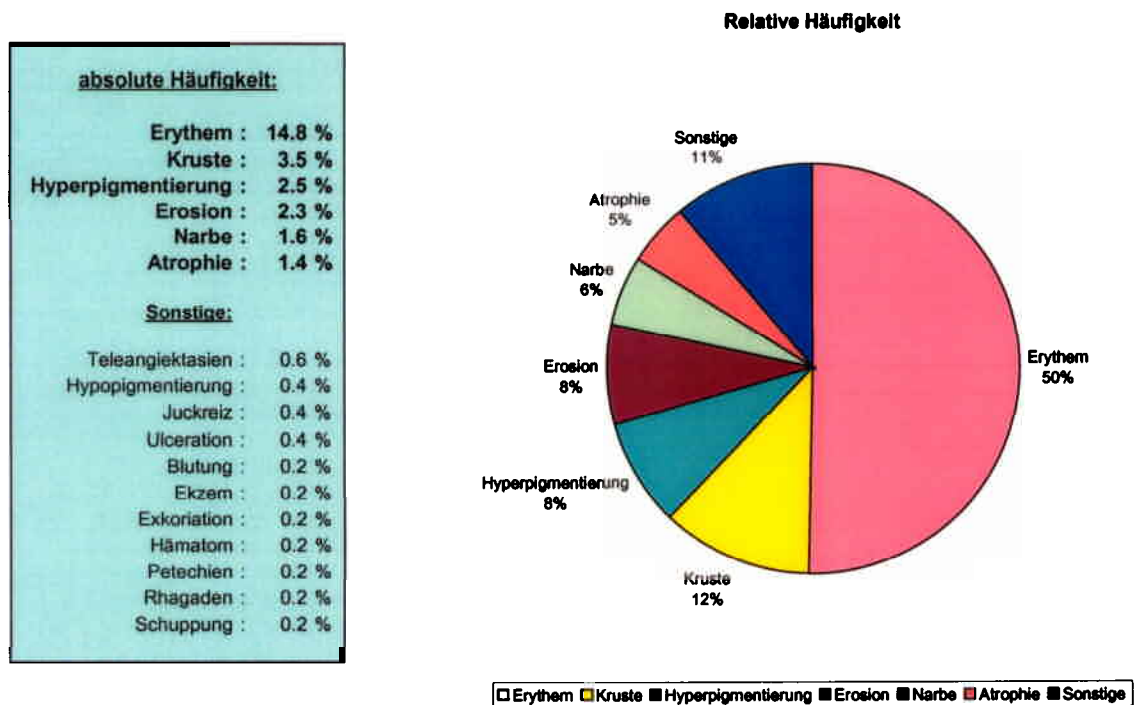
3.3.1.2. Postoperative Komplikationen

Die postoperativen Komplikationen wurden nachfolgend dargestellt als:

- ⇒ a.) **Gesamtübersicht** der postoperativen Komplikationen
- ⇒ b.) Unterteilung in die **frühe** und **späte** postoperative Phase

ad.a.) Gesamtübersicht aller postoperativen Komplikationen:

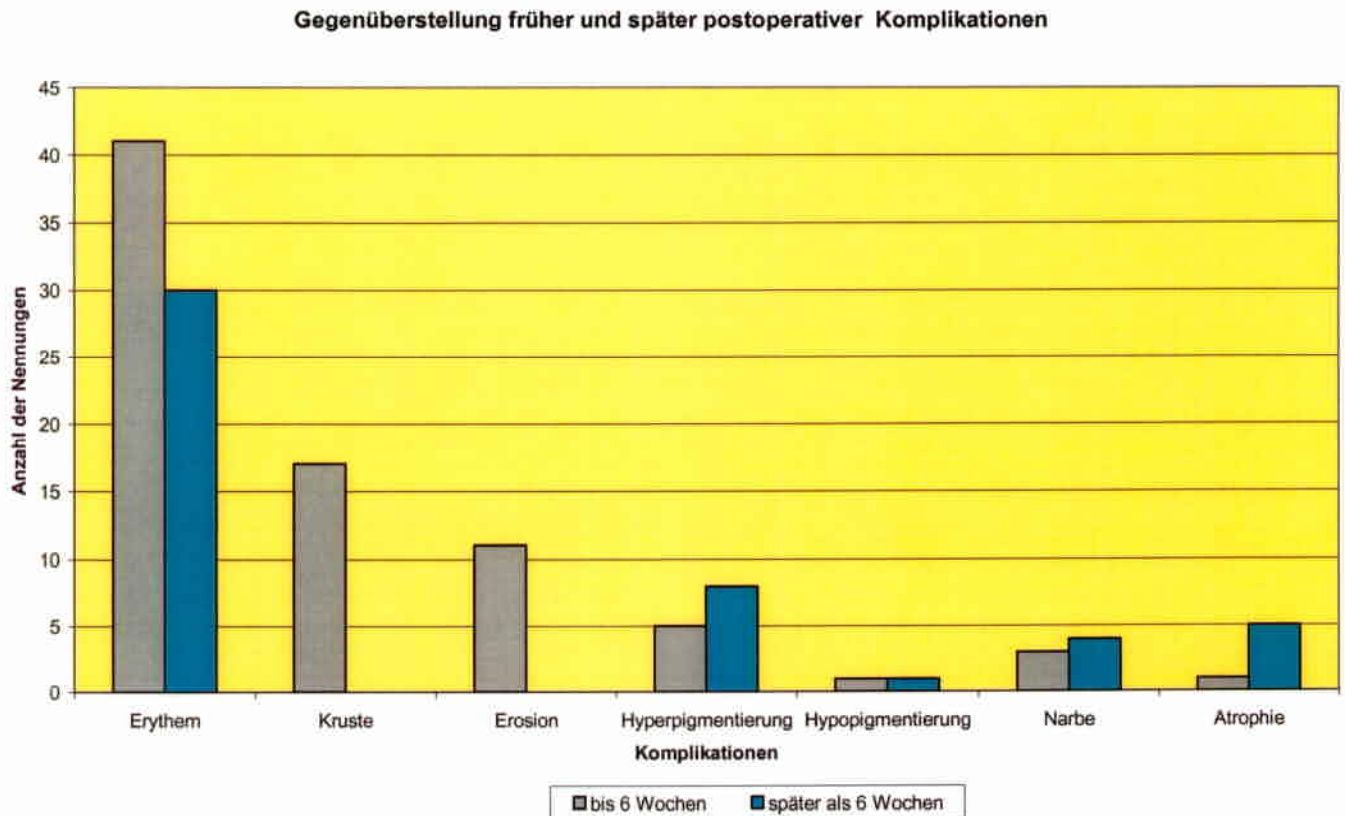
Postoperative Komplikationen – Gesamtdarstellung (absolute und relative Häufigkeit)



Graphik 19

Das Erythem war mit einem relativen Anteil von 50 % die mit Abstand wichtigste postoperative Erscheinung. Es folgten Krusten (12 %), Erosionen und die Hyperpigmentierung (jeweils 8 %), Narben (6 %) und Atrophien (5 %). Vereinzelt auftretende Erscheinungen wie z.B. Juckreiz, Hämatom, oder Exkoration wurden unter „Sonstige“ zusammengefaßt.

Die absolute Häufigkeit des Erythems lag bei 14.8 %, Krusten, Erosionen und die Hyperpigmentierung hatten einen Anteil von 3.5 %, 2.3 %, respektive 2.5 %. Der Anteil von Narben und Atrophien lag mit 1.6 % bzw. 1.4 % noch etwas niedriger.

ad b.) Unterteilung in frühe und späte postoperative Komplikationen:

Graphik 20

Das Erythem war mit Abstand die häufigste postoperative Erscheinung, auch noch in der Zeit nach sechs Wochen. In der späteren Phase handelte es sich jedoch nur noch um sehr schwach ausgebildete, nahezu abgeklungene Erytheme.

Die nächst häufigen Komplikationen der frühen postoperativen Phase waren Krusten und Erosionen, in der Zeit nach sechs Wochen wurden diese gar nicht mehr gesehen.

Deutlich seltener waren Pigmentverschiebungen, wobei die Hyperpigmentierung öfter als die Hypopigmentierung gesehen wurde, Narben und Atrophien. Auch die beiden letztgenannten waren meist nur fein ausgeprägt. Hyperpigmentierungen, Narben und Atrophien waren in der Zeit nach sechs Wochen etwas häufiger dokumentiert als in der frühen postoperativen Phase.

3.4. Lokalisationen (Übersicht: Tabelle 18, Darstell. Anhang 1)

Die nahezu immer vorhandenen Angaben der jeweils betroffenen Körperregion waren unterschiedlich präzise, teils waren sie sehr exakt, teils wurden Oberbegriffe verwendet.

Für die Darstell. (Anhang 1) wurde meist der in der Karte eingetragene Wortlaut übernommen (siehe Abschnitt 2.5.4.).

Für die ÜbersichtsDarstell. erfolgte eine Einteilung in vier Kategorien: **Kopf/Hals**, **Stamm**, **Extremitäten**, und **Sonderbereiche** (z.B. Axillen, Genitaltrakt). Besonders empfindliche Regionen (Auge, Wange, Hals und Handrücken) wurden zusätzlich exemplarisch aufgeführt.

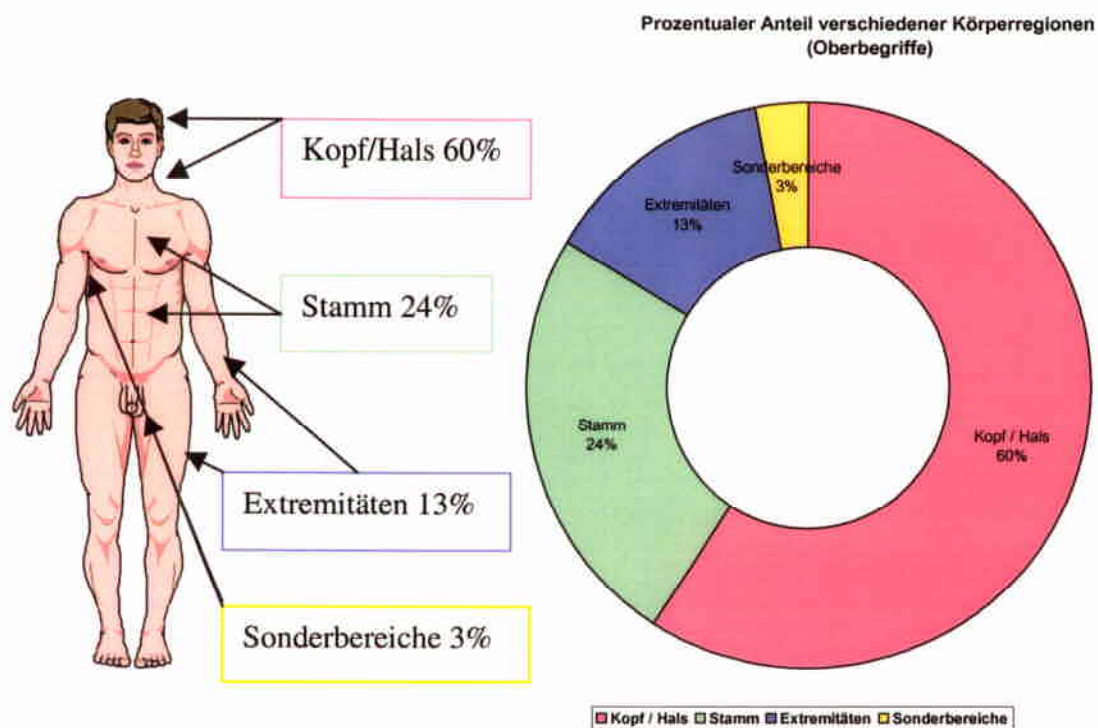
Tabelle 18

Übersicht: Lokalisationen

Indikation	Kopf / Hals	Auge	Wange	Hals	Stamm	Extremitäten	Handrücken	Sonderbereiche
Verruca seborrholica	57	15	6	12	73	5	-	2
Epidermale Nävi	30	-	5	9	13	4	-	5
Keratosen	24	-	3	2	1	5	3	-
Virusakanthome	8	-	3	-	1	13	-	1
Mollusca contagiosa	1	-	-	-	3	5	-	-
Lentiginos	54	4	22	3	5	30	21	-
M. Halley-Halley	1	-	-	1	-	-	-	7
Epidermal-dermale Nävi	3	-	1	-	6	3	-	-
Syringome	27	22	1	1	3	-	-	-
Talgdrüsenhyperplasie	25	1	3	-	-	-	-	-
Fibrome	9	2	1	3	2	1	-	-
Dermale Nävi	16	-	6	-	-	-	-	-
Neurofibrome	4	-	1	1	14	7	-	-
Adenoma sebaceum	9	-	1	-	-	-	-	-
Rhytiden	5	-	-	-	-	-	-	-
Xanthelasma	41	38	1	-	-	-	-	-
Tätowierung	1	-	-	-	1	3	-	-
Milien	10	5	1	1	-	-	-	-
Alopezie	5	-	-	-	-	-	-	-
Narben - Keloide	31	-	4	1	25	3	-	-
"Sonstige"	23	2	1	1	10	8	-	5

"Sonstige" = Indikationen mit weniger als 5 Patienten

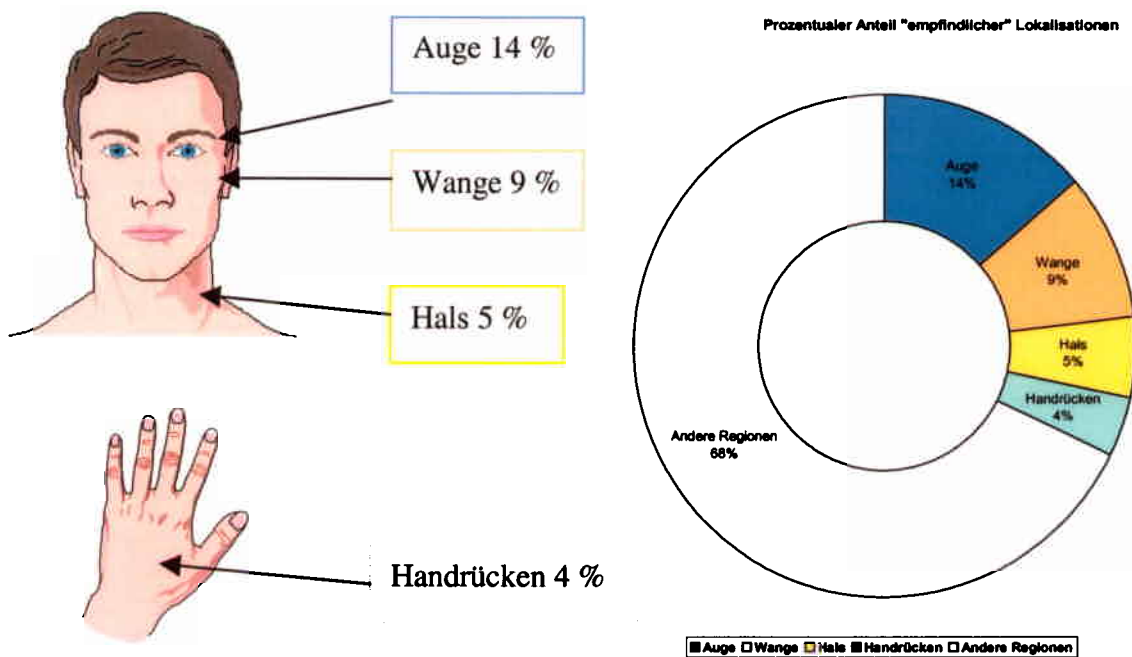
Es zeigte sich, daß der Er:YAG-Laser in praktisch jeder Körperregion eingesetzt worden war, allerdings mit unterschiedlicher Häufigkeit:



Graphik 21

In knapp zwei Drittel aller Behandlungen war der Er:YAG-Laser im Kopf-Hals-Bereich (60 %) eingesetzt worden. Stamm und Extremitäten hatten einen Anteil von 24 % respektive 13 %. Die „Sonderbereiche“ waren zu 3 % betroffen.

Bei der Detailauflistung (Anhang 1) zeigte sich, daß die Lokalisationen, die besonders empfindlich und narbenanfällig sind, einen recht hohen Anteil hatten. Exemplarisch wurden **Auge**, **Wange**, **Hals** und **Handrücken** dargestellt.



Graphik 22

Etwa ein Drittel (32%) aller erfolgten Lasereinsätze entfielen allein auf diese vier Einzellokalisierungen.

3.5. Wundversorgung

Alle zur Wundversorgung verwendeten Therapeutika wurden ihrer Wirkstoffe entsprechend in Gruppen zusammengefaßt (Tabelle 19).

Tabelle 19 Übersicht: Zur Wundversorgung verwendete Therapeutika

Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 6
Antibiotika-Kortikosteroid-Kombination (n)	Antibiotikum oder Antiseptikum (n)	Pflegemittel (n)	Kortikoide (n)	Wundauflagen (n)	Sonstige (n)
Aureodelf (141) LV-Creme (33) Millicorten-Vioform (2) Fucicort (2) Terracortril (1)	Refobacin (54) Flammazine (47) Fucidine (41) Braunovidon (36) Betaisodona (30) Refobacin AS (22) Braunol (11) Noviform (1) Kanamytrex AS (1) Kanamytrex (1) H2O2-Spülung (1)	Bepanthen (18) PZ mollis (1)	Dermatop (2) Volon A (1)	Cuticerin (13) Varihaesive (1) Mellosine (1)	Pigmanorm (3) Isotrex (2) Albothyl (5) Fenistil (2) Tabotamp (1) Fibrolan (1) Fiblaferon (1)

n = Häufigkeit der Anwendung

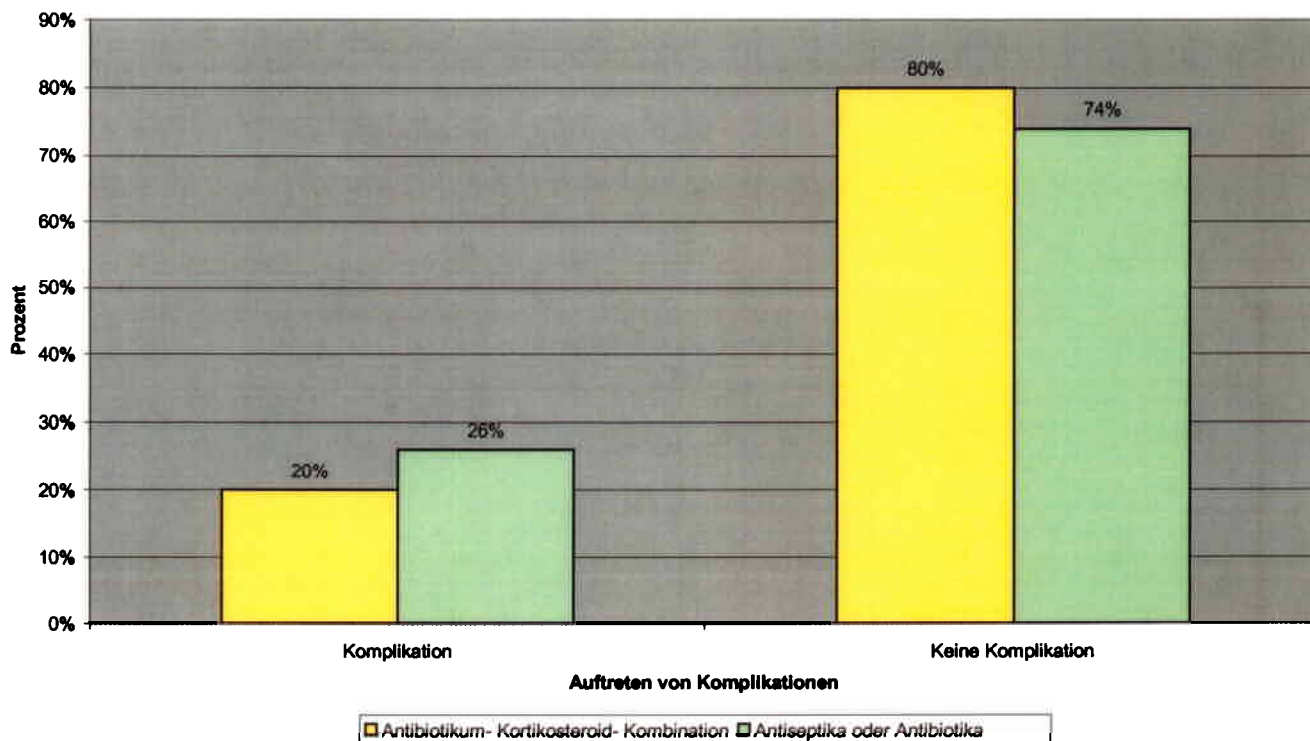
Die am häufigsten verwendeten Salben waren *Aureodelf*, *Refobacin*, *Fucidine* und *Flammazine*.

Es sollte untersucht werden, ob die verschiedenen Wirkstoffgruppen Auswirkungen auf die Häufigkeit der Komplikationen hatten. Dabei erfolgte keine Differenzierung nach einzelnen Komplikationen wie z.B. dem Erythem, sondern alle Erscheinungen wurden zusammengefaßt.

In einigen Behandlungsfällen wurden mehrere Präparate angewandt. Gehörten diese verschiedenen Kategorien an, wurden die Kategorien „Komplikation-keine Komplikation“ allen betroffenen Gruppen zugerechnet.

Von Relevanz waren – aufgrund der Häufigkeit der Anwendung – lediglich die Präparate der beiden ersten Gruppen.

Häufigkeit von Komplikationen (in Prozent) in Zusammenhang mit verschiedenen Präparatgruppen



Graphik 23

Es fiel auf daß die **Komplikationsrate** bei der **Antibiotikum-Kortikosteroid-Kombination (20%)** etwas niedriger ausfiel als bei der Verwendung von Salben nur mit **Antibiotika** oder **Antiseptika (26%)**. Die Gruppen 3 bis 6 wurden wegen der geringen Datenmengen für die Auswertung nicht berücksichtigt.

3.6. Anästhesie

Die Notwendigkeit einer Anästhesie war sehr unterschiedlich. Viele kleinflächige, epidermale Hautveränderungen konnten überwiegend ohne Anästhesie behandelt werden. Bei größerer Ausdehnung wie bei einigen epidermalen Nävi wurde die Anästhesie überwiegend benötigt. Dies galt ebenfalls, sobald dermale Strukturen betroffen waren.

Indikationen, bei denen in mehr als 50% der Behandlungen ohne LA operiert werden konnte, waren Verruca seborrhoica, Keratosen, Virusakanthome, Lentigines, Fibrome, Neurofibrome und Milien. Bei allen anderen Indikationen war in 50% bis 100% der Behandlungsfälle eine Anästhesie notwendig.

Grundsätzlich ausgenommen von dieser Zusammenfassung wurden Indikationen, bei denen es weniger als fünf Behandlungen gab.

3.7. Anzahl notwendiger Sitzungen (Tabellen 9-15, letzte Spalte)

Um zu ermitteln, wie viele Behandlungen notwendig sind, wurden bei allen erfolgreich behandelten Patienten die Termine gezählt respektive zu dem jeweils behandelten Hautareal in Beziehung gesetzt.

Bei einer Reihe der Indikationen reichte überwiegend *eine* Lasersitzung zur vollständigen Entfernung aus. Dies waren alle rein epidermalen Hautveränderungen (Gruppe I+II), darüber hinaus die lichenoiden Entzündungsreaktion, Morbus Favre-Racouchot, Psoriasis vulgaris, Rhinophym, Talgdrüsenhyperplasie, Fibrome, Neurofibrome, Rhytiden, Vellushaarzysten, Mukoidzyste, Chondrodermatitis chronica nodularis, Milien und Vitiligo.

Eine bis drei Sitzungen waren bei MHH, MD, dem kongenitalen NZN, Syringomen, dermalen Nävi, Xanthelasma, Osteoma cutis, hypertrophen und atrophen Narben notwendig. *Mehr als 3* Sitzungen gab es bei Keloiden und bei dem Patienten mit Ulcus cruris.

3.8. Laserparameter

Von den verschiedenen Parametern ist die Energiedichte („Fluence“) ein entscheidender Wert. Die Angaben zur „Fluence“ variierten stark. In der Tendenz war die Dokumentation bei ungewöhnlichen Indikationen wie z.B. MHH besser als bei Standardindikationen wie z.B. Verruca seborrhoeica oder Lentiginositas.

Bei der überwiegenden Mehrheit der Behandlungsfälle lag die Fluence zwischen 5 – 10 J/cm². Niedriger lagen die Werte bei Nävus pigmentosus et pilosus und Nävus comedonicus. Oberhalb von 10 J/cm² war die Einstellung bei Morbus Bowen und Osteoma cutis.

3.9. Beobachtungszeiträume (Tabelle 20)

Die Zeiträume zwischen OP- und Kontrolltermin waren sehr verschieden. Teilweise lagen nur wenige Tage zwischen beiden Terminen, manchmal waren es auch Wochen oder Monate. Das Gros der Kontrollen (75%) fand innerhalb der ersten sechs Wochen postoperativ statt. Bei ausgewählten Patienten haben Langzeitbeobachtungen von inzwischen bis zu sieben Jahren stattgefunden.

Tabelle 20

Beobachtungszeiträume

	Zeitintervall (in Tagen)		Kontrollen innerhalb der 1. Woche (in %)	Kontrollen innerhalb der ersten 6 Wochen (in %)	Medianwert der Zeitintervalle (in Wochen)
	Minimum	Maximum			
Verruca seborrhoica	2	222	11 %	75 %	4
Epidermale Nävi	4	261	8.6 %	48 %	6.1
Keratosen	2	743	24 %	71 %	2.1
Virusakanthome	8	108	-	86 %	2.9
Lentigines	3	293	2.5 %	55 %	5.4
M. Halley-Halley	12	358	-	60 %	4.7
M. Darier	2	89	36 %	79 %	2.1
Epidermal-dermale Nävi	3	82	7 %	67 %	5
Adenoma sebaceum	6	84	13 %	80 %	2
Angiofibrome	3	341	17 %	17 %	12.2
Rhytiden	1	17	40 %	100 %	1.1
Fibrome	6	30	-	-	-
Lymphangiome	7	44	14 %	100 %	5.7
Neurofibrome	2	218	10 %	60 %	6
Syringome	8	668		56 %	6
Talgdrüsenhyperplasie	4	189	33 %	33 %	4.1
Dermale Nävi	6	218	13 %	53 %	5
Xanthelasma	9	140	13 %	66 %	4.4
Tätowierung	3	133	8 %	62 %	5
Millien	7	49	20 %	60 %	2.7
Ulcus	2	16	83 %	100 %	< 1
Alopezie	29	157	-	10 %	16
Hypertrophe Narben	8	116	-	63 %	4.3
Atrophe Narben	4	273	17 %	78 %	3.6
Keloide	3	414	7 %	63 %	5
"Sonstige"	4	319	17 %	57 %	5

„Sonstige“: Indikationen, bei denen es weniger als fünf Kontrollen gab

4. Diskussion

4.1. Er:YAG-Laser: Bisherige Erfahrungen – Therapiekriterien – Alternativen

In der Dermatologie stehen inzwischen eine ganze Reihe von Lasern mit teilweise sich überschneidenden Indikationsbereichen zur Verfügung. Zum Abtragen wurde dabei in der Vergangenheit v.a. der CO₂-Laser verwendet [Hruza 1997]. Zusätzlich hat der Dermatologe häufig die Wahl zwischen mehreren konventionellen Therapiemodalitäten. Die jeweiligen Vor- und Nachteile müssen für die Wahl der individuell passenden Therapie berücksichtigt werden [Manaloto und Alster 1999].

Angestrebt wird ein kosmetisch und funktionell optimales Ergebnis bei einer möglichst geringen Nebenwirkungsrate. Weitere Überlegungen betreffen den Zeitaufwand und wirtschaftliche Aspekte wie Anschaffungs- und Unterhaltungskosten.

Der Er:YAG-Laser stellt eine der jüngsten Laserentwicklungen dar (siehe Abschnitt 4.1.1.).

Um die praktischen Erfahrungen mit diesem Laser unter den Bedingungen des klinischen Alltags zu untersuchen, wurden in der vorliegenden Arbeit 478 Behandlungsfälle ausgewertet.

Ziel dabei war, *Indikationsbereiche*, *Grenzen* und mögliche *Komplikationen* darzustellen.

4.1.1. Bisherige Erfahrungen

Neben dem Erbium:YAG-Laser wurden auch andere Laser mit Wellenlängen im mittleren Infrarotbereich untersucht. Dies waren der Thulium:YAG-Laser (2010 nm), der Holium:YAG-Laser (2100 nm), und der Erbium:YSSG-Laser (2790nm). Kaufmann et al. konnten in einem systematischen Vergleich dieser Laser zeigen, daß der Er:YAG-Laser die höchste Ablationsrate bei der geringsten thermischen Umgebungsschädigung aufwies [Kaufmann et al. 1994].

Das *spezifische Charakteristikum* des Er:YAG-Lasers ist die exakt dem *Absorptionsmaximum von Wasser* entsprechende *Wellenlänge von 2940 nm*. In Kombination mit sehr kurzen Pulszeiten im Bereich von 150 – 450 µs wird ein extrem superfizieller Abtrag mit zu vernachlässigender thermischer Schädigung ermöglicht. Bereits 1989 berichteten Kaufmann und Hibst über die präzise und schonende Arbeitsweise [Kaufmann und Hibst 1989].

Bei Untersuchungen der physikalischen Eigenschaften respektive der Gewebewirkung konnte gezeigt werden, daß die Ablationsschwelle bei 1.5-1.7 J/cm² liegt [Walsh und Deutsch 1989, Hibst und Kaufmann 1991, Kaufmann und Hibst 1996, Hohenleutner et al. 1997] bei einer Abtragseffizienz von 2-2.5 µm/Puls/Jcm⁻² [Kaufmann und Hibst 1989, Hohenleutner et al. 1997]. Die Abtragsrate steigt linear mit der Fluence an, so daß sich abhängig von der Einstellung ein Abtrag von einigen 10 µm ergibt [Kaufmann und Hibst 1996]. Damit ist ein *kontrolliertes, superfizielles* und *berührungsloses Abtragen* von Gewebe möglich.

Eine Frequenzsteigerung bedeutet zunächst zügigeres Arbeiten. Es konnte jedoch gezeigt werden, daß die Ablationsrate mit steigender Frequenz sinkt [Kaufmann und Hibst 1996, Hohenleutner et al. 1997]. Als Erklärung wurden Interferenzen des Laserlichts mit entgegengeschiedertem Debris des vorangegangenen Laserpulses sowie eine zunehmende Hitzeakkumulation infolge Austrocknung angegeben [Kaufmann und Hibst 1996, Hohenleutner et al. 1997]. Um diesen Effekt zu vermeiden, soll der Laserfokus immer in Bewegung gehalten werden [Kaufmann und Hibst 1996].

Die Nekrosezone kann je nach Einstellung zwischen 10 und 50 μm betragen [Walsh et al. 1989, Kaufmann und Hibst 1990]. Sie nimmt mit steigender Frequenz zu, übersteigt aber unter klinisch üblichen Einstellungen nicht den ermittelten Grenzwert von 50 μm [Kaufmann und Hibst 1996, Hohenleutner et al. 1997].

Mit dem Er:YAG-Laser kann daher effizient superfiziell abgetragen werden. Die nur kleine Nekrosezone gewährleistet einen raschen Heilungsverlauf. Besondere Stärken sind die *hohe Präzision, kalkulierbare Tiefenkontrolle* und die *gute Handhabbarkeit*. Diese theoretischen Vorteile ließen auch klinisch gute Ergebnisse erwarten.

4.1.2. Therapiekriterien

Diese sind im einzelnen:

- ⇒ 1. **Sichere Diagnose**
- ⇒ 2. **Patientenkomfort**
- ⇒ 3. **Wirtschaftlichkeit**

ad 1.) Die exakte **Diagnosestellung** ist deshalb von hoher Relevanz, weil bei Laserbehandlungen keine Möglichkeit einer histologischen Untersuchung des abgetragenen Gewebes besteht, und somit die vollständige Entfernung nicht überprüft werden kann. Folglich darf der Laser ausschließlich bei klinisch sicher klassifizierten benignen Hautveränderungen eingesetzt werden [Kaufmann 1998].

ad 2.) Zum **Patientenkomfort** gehört eine möglichst schmerzarme Operation, ein komplikationsloser Heilungsverlauf und ein optimales kosmetisches Ergebnis.

Das Ausmaß der gesetzten Wunde ist dabei von hoher Relevanz; idealerweise entspricht die Wundausdehnung exakt der Größe der Hautveränderung. Die ungewollte und unnötige Schädigung gesunder Grenzstrukturen kann sowohl *mechanisch* als auch *thermisch* erfolgen. Folgen sind längere Heilungszeiten mit z.B. erhöhtem Infektionsrisiko, ein verlängertes postoperatives Erythem, und ein höheres Risiko für Pigmentverschiebungen und Narbenbildung.

Diese Risiken erhöhen sich in der Altershaut und/oder empfindlichen Regionen. Bei ohnehin schon atropher Haut (Auge oder Handrücken bei älteren Menschen) ist das präzises Abtragen unter Schonung der für den Heilungsverlauf essentiellen Anhangsstrukturen für eine erfolgreiche Therapie obligat [Kaufmann 2001].

ad 3.) Bezüglich der **Wirtschaftlichkeit** müssen Zeit- und Kostenfaktoren gemeinsam betrachtet werden. Klinik- und Praxisbetriebe sind gezwungen, die Balance zwischen optimaler Patientenbetreuung und Effizienz zu finden.

Der in einigen Fällen kürzeren Behandlungszeit stehen hohe Anschaffungs- und Unterhaltskosten der Lasergeräte gegenüber. Diese Leistung betrifft zudem oft kosmetische Aspekte, die nicht mehr im Rahmen der gesetzlichen Kassenmedizin erbracht werden dürfen, so daß die Kosten als Privatleistung vom Patienten selber zu tragen sind.

4.1.3. Alternativen

Der Er:YAG-Laser steht in Konkurrenz zu alternativen Methoden.
Relevante Alternativbehandlungen sind:

- ⇒ a.) **Dermabrasio**
- ⇒ b.) **Andere Laser (CO₂, Q-sw-Nd:YAG)**
- ⇒ c.) **Kürettage**
- ⇒ d.) **Kryotherapie**
- ⇒ e.) **Exzision**

ad a.) Die **Dermabrasio** ist eine Methode zum mechanischen, flächenhaften Hautabtrag. In ihren Anfängen mit Glaspapier, heutzutage mit hochtourigen Schleifkörpern ausgeführt, hat sie sich bei vielen Indikationen bewährt [Kaufmann 2000, Gold 2003].

Vorteile bei korrekter Durchführung liegen in der raschen Arbeitsweise, der guten Heilung und den vergleichsweise günstigen Kosten.

Bei hochtourigem Arbeiten besteht v.a. in schwierigen Lokalisationen Verletzungsgefahr mit teilweise mangelhafter Tiefenkontrolle. Ungewollte Schäden, insbesondere Narben, sind die Folge. Der Erfolg bei der Dermabrasio hängt in hohem Maß von der Erfahrung des Operateurs ab [Hruza 2001]. In einigen Regionen wie z.B. Auge oder Genitalregion ist die Dermabrasio nicht durchführbar, da das Gewebe nicht richtig gespannt werden kann und kein Widerlager hat.

Im Vergleich dazu ist der Er:YAG-Laser in jeder Region gut handhabbar und gewährleistet eine optimal reproduzierbare Tiefenkontrolle. Die hohe Präzision beim superfiziellen Arbeiten kann zur Vermeidung von „Demarkationslinien“ oder dem Bearbeiten von irregulär verlaufenden Rändern wie z.B. bei Vitiligo sehr gut genutzt werden [Kaufmann et al. 1998].

ad b.) In erster Linie ist hier der **CO₂-Laser** zu nennen. Die ersten Geräte waren Dauerstrichlaser und führten zur Vaporisation des Gewebes mit einer entsprechend tiefen Koagulationszone. Narbenbildung und Pigmentverschiebungen sind daher mögliche Nebenwirkungen.

Der Vorteil dieser Laser liegt in der Blutstillung (Koagulation von Blutgefäßen) und geringeren postoperativen Schwellungen und Schmerzen (Koagulation von Lymphgefäßen und Nerven). Durch technische Modifikationen (kürzere Pulszeiten, geringe Kontaktzeiten durch rotierenden Laserstrahl) versuchte man, die thermische Schädigungszone zu minimieren, ohne jedoch die Qualität des Er:YAG-Lasers zu erreichen. Um nebenwirkungsarm, nämlich ohne Überlappung arbeiten zu können, sind beim CO₂-Laser stets Scannergeräte erforderlich [Kaufmann 2001].

Der gütegeschaltete Nd:YAG-Laser (**Q-sw-Nd:YAG**) erlaubt lediglich die Behandlung epidermaler Hyperpigmentierungen und hat daher im Gegensatz zum Er:YAG-Laser nur ein eng begrenztes Indikationsspektrum.

ad c.) Die **Kürettage** ist eine rein mechanische Methode: mittels scharfem Löffel können Hautveränderungen, wie z.B. die Verruca seborrhoeica, oberflächlich abgetragen werden. Als Vorteil sind die niedrigen Kosten zu sehen. Allerdings ist meist eine Anästhesie erforderlich.

An schwer zugänglichen Bereichen, wie dem Ohreingang oder dem Oberlid, ist die Kürettage nicht einsetzbar. Insbesondere bei multiplen flachen Herden ist die Behandlung mit dem Er:YAG-Laser schneller durchführbar.

ad d.) Bei der **Kryotherapie** werden indikationsabhängig verschiedene Kältemittel angewandt [Aguilar et al. 2003]. Für Indikationen wie Lentigo senilis findet üblicherweise flüssiger Stickstoff Anwendung.

Die lokale Applikation führt durch Nekrosebildung innerhalb von ein bis zwei Tagen zur Blasenbildung mit Abhebung des Herds. Die Kryotherapie erfolgt allerdings „blind“ und eine zu lange Kühlzeit führt zu tiefer reichender Schädigung der Umgebung mit Pigmentverschiebungen. Vorteilhaft bei der Er:YAG-Laserbehandlung ist die steuerbare Tiefenkontrolle mit sofortiger visueller Beurteilbarkeit des Ergebnisses.

ad e.) Die **Exzision** kann als vollständige Entfernung (Exzisionsbiopsie) oder als Probeentnahme mit dem Skalpell durchgeführt werden. Vorteilhaft ist die Möglichkeit zur histologischen Untersuchung. Nachteilig ist die in jedem Fall obligatorische Anästhesie. Die Exzision ist an empfindlichen Regionen wie z.B. dem Augenlid aufgrund des Narbenrisikos problematisch. In diesen delikaten Lokalisationen gewährleistet der Er:YAG-Laser ein präziseres Arbeiten, insbesondere wenn es sich klinisch um eindeutig zuzuordnende Hautveränderungen handelt.

Liegen dagegen klinisch nicht eindeutig einzuordnende Hautveränderungen wie beispielsweise auffällig pigmentierte Flecke vor, so ist vor einer Lasertherapie stets eine histologische Diagnostik ggfs. als Shave-Biopsie durchzuführen.

4.2. Betrachtung des Studienaufbaus (Stärken, Einschränkungen, Aussagekraft)

4.2.1. Stärken

Die Stärke der vorliegenden Studie liegt in dem umfangreichen Patientenkollektiv, der Vielzahl verschiedener, teilweise ungewöhnlicher Indikationen und im Einzelfall bis zu 7 Jahren reichender Beobachtungszeiträume.

Es handelt sich um eine Reflexion des klinischen Alltags, d.h. verschiedene Operateure übernahmen sowohl Behandlung als auch Nachsorge und Kontrolle. So konnten mehrere Meinungen über Handhabung und Ergebnisbewertung einfließen, was die Wahrscheinlichkeit einer einseitigen Betrachtungsweise reduziert.

Die Auswertung fand retrospektiv, also im Nachhinein statt. Zum Zeitpunkt der jeweiligen OP's war nicht bekannt, daß die Ergebnisse in einer Studie ausgewertet würden. Dies gewährleistet, daß nicht „besonders sorgfältig“ gearbeitet wurde mit der Intention, ideale Studienergebnisse zu erzielen. Die Resultate entstanden somit unter Alltagsbedingungen und spiegeln das tatsächlich erreichbare wider.

4.2.2. Einschränkungen:

Zu den „systemimmanenten“ und damit unvermeidbaren Schwächen einer retrospektiven Auswertung gehört die fehlende, auf jeden einzelnen Patienten (und damit auch für den Vergleich mit anderen Studien) übertragbare Behandlungs- und Bewertungsstruktur.

Dies ist jedoch kein alleiniges Problem einer Retrospektivarbeit, wie Jordan et al. in ihrer Analyse verschiedener Studien über Laserbehandlung bei Aknenarben zeigen. Die Autoren kritisieren die Inkonsistenz einiger Untersuchungen und stellen die Ergebnisse – mindestens partiell – in Frage [Jordan et al. 2000]. Diese Kritik ist nachvollziehbar und trifft in Teilen auch auf die eigene Studie zu. So gab es kein standardisiertes Behandlungsmuster mit z.B. festgelegten Laserparametern. Daraus folgten zwangsläufig Einschränkungen in der Detailauswertung: über die reine Erfassung hinaus konnte beispielsweise keine Analyse der Energiedichte erfolgen, zumal drei verschiedene Lasergeräte mit unterschiedlichen Spezifikationen eingesetzt wurden.

Die Nachuntersuchungen erfolgten ebenfalls nicht nach einem vorher festgelegten Raster, sondern nach individueller Notwendigkeit. Ein engmaschiges „Recall“ mit präziser Dokumentation fand eher bei seltenen und außergewöhnlichen Indikationen statt. Bei Routinefällen kam es vor, daß die Kontrollen in sehr unterschiedlichen Stadien erfolgten: in einigen Fällen wurde bereits nach zwei Tagen, in anderen erst nach Wochen kontrolliert, manchmal ergaben sich die Termine erst nach Monaten. Lag der Nachsorgetermin in engem zeitlichen Zusammenhang zur OP, konnten den Heilungsverlauf betreffende Eintragungen erfaßt werden. Derlei war bei einer Wiedervorstellung nach acht Monaten infolge längst erfolgtem Wundverschluß nicht möglich. Dementsprechend konnte für einen Teil der Patienten keine genaue Analyse der Einzelverläufe bezüglich akuter Nebenwirkungen erfolgen.

Bei der von Jordan et al. formulierten Kritik muß ein weiterer Aspekt berücksichtigt werden: die Beurteilung des Therapieerfolgs bei Indikationen wie Aknenarben mit dem Ziel der Verbesserung des äußeren Erscheinungsbilds muß nach anderen Kriterien erfolgen als z.B. bei der Verruca seborrhoica, Lentiginos oder Xanthelasma. Während bei letzteren der Erfolg – die vollständige Entfernung – leicht festgestellt werden kann, sollen beim „skin resurfacing“ Verbesserungsgrade eingeschätzt werden. Diese sind nicht meßbar, so daß bei der Bewertung das subjektive Empfinden eine große Rolle spielt [Woywood und Kimmig 1999].

Dies sind mögliche Fehlerquellen, die als gegeben akzeptiert werden müssen. Die von Jordan et al. geforderten Qualitätsstandards sind prinzipiell wünschenswert, aber nicht in jedem Fall umsetzbar.

Als Konsequenz daraus muß geprüft werden, welche Aussagen auf der Grundlage der vorhandenen Daten mit welcher Sicherheit getroffen werden können.

4.2.3. Aussagekraft

Die Aussagekraft der Behandlungsfälle in der vorliegenden Retrospektivstudie ergibt sich durch verschiedene Aspekte: bei einigen Indikationen, wie z.B. der Verruca seborrhoica, gibt es einen so grossen Patientenpool, dass das Ergebnis nicht in Frage steht, unabhängig davon, ob der jeweilige Patient nach einem Tag, einer Woche oder nach einem Jahr kontrolliert wurde. War die Verruca seborrhoica vollständig entfernt, handelte es sich um einen Erfolg. Andere Fälle waren aussagekräftig, weil eine intensive Betreuung stattgefunden hatte, auch wenn es sich um Einzelfälle handelte. Dies traf z.B. auf die Behandlung eines Säuglings mit einem kongenitalen NZN oder auf eine Patientin mit Morbus Darier zu.

Um Überinterpretationen zu vermeiden, wurden nicht alle Patienten in die Endbewertung einbezogen: gewertet wurden ausschließlich die Patienten, bei denen sicher war, daß sie nach der Behandlung von einem Arzt kontrolliert wurden.

Es kann aber mit ziemlicher Sicherheit davon ausgegangen werden, daß sich die Patienten, die bei der Erfolgsbewertung unberücksichtigt blieben, sich bei nicht zufriedenstellenden Behandlungsergebnissen wiedervorgestellt hätten, um eine Korrektur und/oder Weiterbehandlung zu fordern. Hier ist zusätzlich die Tatsache zu berücksichtigen, daß viele der genannten Indikationen keine Kassenleistungen waren, sondern daß die Behandlungskosten vom Patienten selber getragen werden mußten.

Die Erfolgsraten sind dementsprechend als Mindestwerte zu sehen. Tatsächlich wäre das positive Ergebnis unter Einbeziehung dieser „lost to follow-up`s“ noch besser, auch wenn dies aus den genannten methodischen Problemen nicht unmittelbar belegbar ist.

4.3. Diskussion der Ergebnisse

Die Einteilung der Indikationen erfolgte in verschiedene Gruppen. Wichtigstes Kriterium war dabei die Zuordnung der Hautveränderung zu einer bestimmten Hautschicht, d.h. der zu erwartende erforderliche Gewebeabtrag.

Die Haut besteht aus:

⇒ **Epidermis**

⇒ **Dermis**

⇒ **Subkutis**

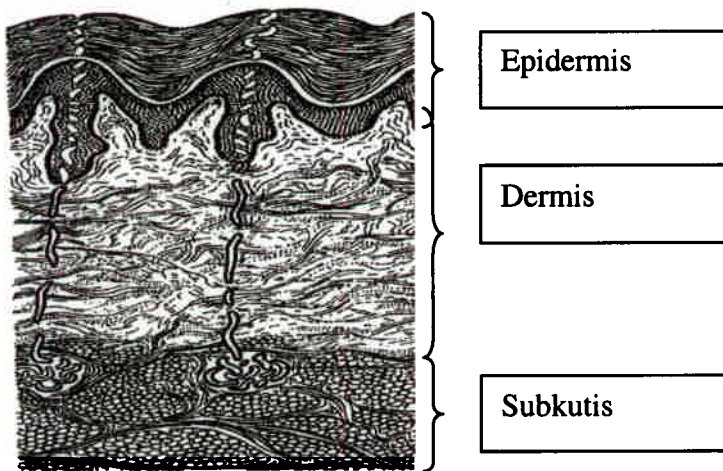


Abb.4 Histologisches Schema der Haut

Die **Epidermis** ist ein mehrschichtiges, verhorntes Plattenepithel. Die in den einzelnen Schichten angeordneten Zellen befinden sich im jeweils gleichen Entwicklungszustand. Ausgehend von der Basalmembran wandern die Zellen innerhalb von ca. vier Wochen nach oben, wobei sie sich umwandeln, und schließlich als Hornschuppen abgestoßen werden. Den Hauptteil in der Epidermis bilden die Keratinozyten. Zu den drei weiteren in der Epidermis befindlichen Zelltypen gehören die pigmentbildenden Melanozyten.

Die von Bindegewebe gebildete **Dermis** besteht aus zwei Schichten: das *stratum papillare* grenzt in zapfenartiger Verzahnung an die Epidermis, das darunter liegende *stratum reticulare* wird nach unten von der Subkutis begrenzt. Es gibt keine deutliche Begrenzung zwischen beiden Schichten, ihre Bindegewebsfasern unterscheiden sich jedoch in Dichte und Anordnung. Die Dermis ist reich vaskularisiert und besitzt Nervenendigungen.

Die **Subkutis** besteht aus Bindegewebssepten, in die traubenförmige Fettzellhaufen sowie Blutgefäße und Nerven eingelagert sind.

Die Besprechung der Indikationen erfolgte exemplarisch für ihre jeweilige Gruppe. Diese wurden ausgewählt, weil entweder ein umfangreiches Patientenkollektiv behandelt wurde, oder es sich um ungewöhnliche, seltene Krankheitsbilder handelte.

4.3.1. Epidermale Hautveränderungen:

Der Wasseranteil epidermaler Strukturen ist höher als des darunter liegenden Gewebes. Deshalb sollten insbesondere über das Hautniveau ragende Hautveränderungen zügig, aber kontrolliert und schmerzarm abtragbar sein.

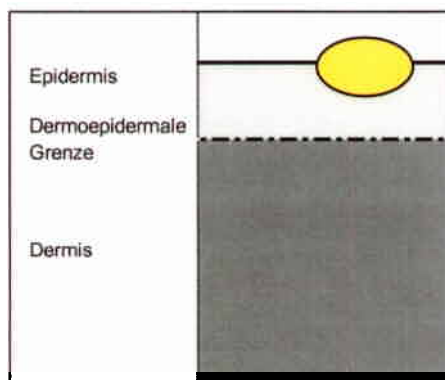


Abb.5 Schema: epidermale Läsion

Wichtige Indikationen waren:

- **Verruca seborrhoica / Virusakanthome**
- **Lentigenes**
- **Epidermale Nävi**

Verruca seborrhoica / Virusakanthome

Die **Verruca seborrhoica** gehört zu den benignen epithelialen Tumoren. Eine Virusgenese ist nicht bekannt. Sie tritt erst in höherem Alter auf, beide Geschlechter sind gleichermaßen betroffen. Im klinischen Erscheinungsbild zeigen sich verschiedene Ausprägungen: sie können groß oder klein, hautfarben oder pigmentiert sein, einzeln oder multipel auftreten.

Bei den **Virusakanthomen** handelt es sich um epitheliale Hyperplasien, verursacht durch eine Infektion mit humanen Papillomviren. Dazu gehören Verrucae planae juveniles, Verrucae vulgares und Verrucae plantares.

Die Verruca seborrhoica wird konventionell unter Anästhesie mit der Kürette entfernt, bei den Virusakanthomen kommt häufig der CO₂- oder der Q-sw-Nd:YAG-Laser zum Einsatz [Fitzpatrick et al. 1994, Takac 2000, Stulberg und Hutchinson 2003].

Im untersuchten Kollektiv wurden 95 Patienten mit Verruca seborrhoica behandelt, 77 (=81 %) konnten ausgewertet werden, bei den wegen Virusakanthomen behandelten Patienten waren es 18 (=82 %) von ursprünglich 22. Gut bis sehr gute Ergebnisse wurden im Fall der Verruca seborrhoica in 97% und bei den Virusakanthomen in 72% der Fälle erzielt.

Der Einsatz des Er:YAG-Lasers erwies sich insbesondere beim Auftreten multipler Verrucae als vorteilhaft: der Abtrag erfolgte zügig und schonend (Abb.6a und 6b), häufig konnte dabei auf eine Anästhesie vollständig verzichtet werden, bei Kindern genügte i.d.R. eine oberflächlich aufgetragene EMLA-Creme, um schmerzfrei arbeiten zu können.



Abb.6a Multiple Verrucae seborrhoicae vor Er:YAG-Laserbehandlung



Abb.6b Acht Wochen nach Er:YAG-Laserbehandlung

Als weiterer positiver Aspekt erwies sich die einfache Handhabung in schwer zugänglichen Regionen wie dem Ohr (Abb.7a und 7b).

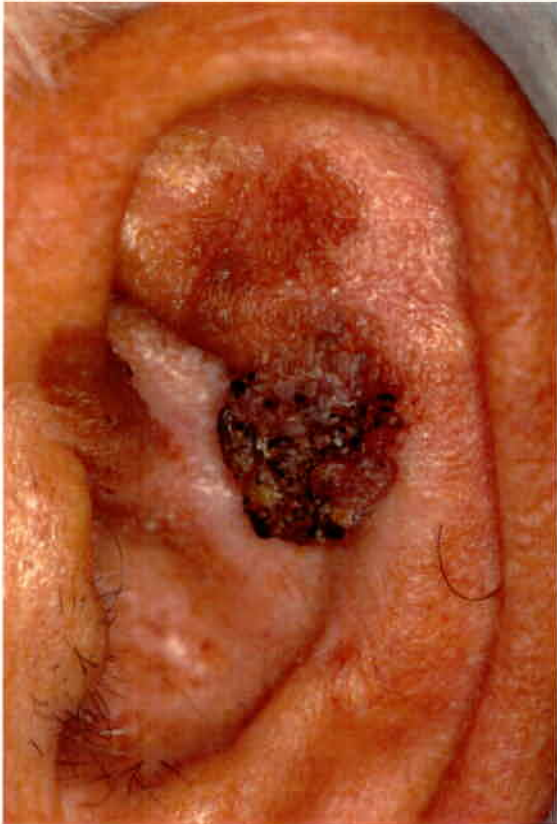


Abb.7a Verruca seborrhoeica im Ohreingang vor Er:YAG-Laserbehandlung



Abb.7b Acht Wochen nach Er:YAG-Laserbehandlung

Lentigines:

Es wird die **Lentigo simplex** von der **Lentigo solaris** unterschieden. Die Lentigo simplex tritt im Kindesalter ohne Bevorzugung lichtexponierter Areale auf. Dagegen erscheint die Lentigo solaris als Folge chronischer UV-Lichtbelastung, mit dem 40. Lebensjahr zunehmend. Typische Lokalisationen sind Handrücken und Gesicht.

Alternative Behandlungsmethoden sind die Kryotherapie und der gütegeschaltete Nd:YAG-Laser [Hexsel et al. 2000, Todd et al. 2000, Rashid et al. 2002].

In der vorliegenden Studie bildeten die Lentigines mit 56 behandelten und 46 (=82 %) auswertbaren Patienten die am zweitstärksten vertretene Indikation. In 87 % der Fälle war das Ergebnis gut bis sehr gut (Abb.8a und 8b).

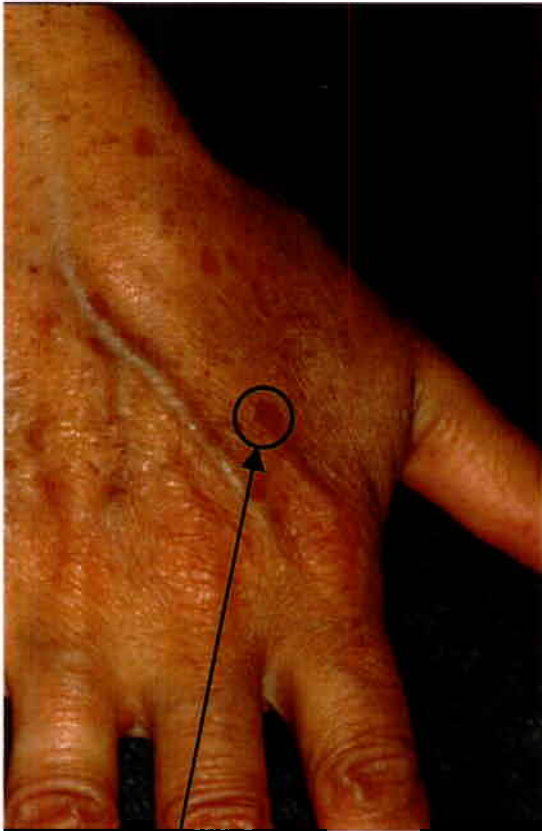


Abb.8a Lentigo solaris vor Er:YAG-Laserbehandlung



Abb.8b Nach Er:YAG-Laserbehandlung

Vorteilhaft gegenüber der Kryotherapie war die mit dem Er:YAG-Laser bessere Tiefenkontrolle und die direkte Ergebnisbeurteilung. Im Vergleich zu dem gütegeschalteten Nd:YAG-Laser, der mit seinem kleinen Fokus bei entsprechend kleinen Lentiginen eingesetzt wird, war der Er:YAG-Laser diesem bei eher flächigen Befunden an Präzision überlegen.

Typische Lokalisationen waren in erster Linie Gesicht und Handrücken, letzterer hatte einen Anteil von 22 %. Naturgemäß waren eher ältere Patienten betroffen, deren Handrücken altersbedingt ohnehin bereits atrophiert waren. Gerade dort erwies sich der präzise, in dünnen Lagen erfolgende Abtrag mit dem Er:YAG-Laser als sehr vorteilhaft: lediglich an einem Patienten entwickelte sich ein kleines Närbchen. In allen anderen Fällen wurden außer einem postoperativen Erythem und einem residuellen Hämatom bei einem Patienten keine Komplikationen beobachtet.

Epidermale Nävi:

Nävus ist der Oberbegriff für eine heterogene Gruppe von Hautveränderungen. Es handelt sich um eine nicht erbliche Fehlbildung auf dem Boden einer embryonalen Entwicklungsstörung. Bei den **epidermalen Nävi** ist die Epidermis verdickt. Es gibt sehr unterschiedliche Erscheinungsformen: sie können klein sein, aber auch eine erhebliche Ausdehnung haben, sie können hautfarben oder pigmentiert sein. Die bisherige konventionelle Therapie besteht in der Dermabrasio. In Einzelfällen wurde der CO₂-Laser eingesetzt [Hohenleutner et al. 1995], allerdings muß dabei häufiger mit Narbenbildung gerechnet werden [Hohenleutner und Landthaler 1993].

In der vorliegenden Studie wurden 28 Patienten mit teilweise recht großflächigen epidermalen Nävi mit dem Er:YAG-Laser behandelt, von diesen konnten 24 Patienten ausgewertet werden. Die überwiegend unter Lokalanästhesie und in zwei Fällen unter Vollnarkose vorgenommenen Eingriffe führten bei allen Patienten zu einem guten bis sehr guten Ergebnis (Abb.9a und 9b). Aufgrund der z.T. erheblichen Ausdehnung der Nävi wurden bis zu sechs Sitzungen für die vollständige Entfernung benötigt.



Abb.9a Epidermaler Nävus am Nacken vor Er-YAG-Laserbehandlung



Abb.9b Acht Wochen nach Er:YAG-Laserbehandlung

Als besonders vorteilhaft – auch gegenüber der Dermabrasio – erwies sich die hohe Präzision. Eine gute Tiefenkontrolle sowie feine Randbearbeitung (Abb.10 a und 10b) ermöglichten bei den häufig im Gesichtsbereich gelegenen Läsionen eine rein defektbezogene Entfernung mit anschließender komplikationsloser Heilung. Man muß sich vergegenwärtigen, daß bei flächigen Hautveränderungen einerseits tief genug abgetragen werden muß, um ein Rezidiv zu vermeiden, andererseits ein zu tiefer Abtrag zu Komplikationen führen kann.

Bei je zwei Patienten kam es postoperativ zur Ausbildung feiner Narben respektive zarter Atrophien. Diese geringe Rate umschriebener Nebenwirkungen belegt die gute Steuerbarkeit des Lasers.



Abb.10a Während Er:YAG-Laserbehandlung; teilweiser Abtrag



Abb.10b Während Er:YAG-Laserbehandlung; vollständiger Abtrag

Zusammenfassung: epidermale Hautveränderungen:

Der Anteil an Patienten mit rein **epidermal** gelegenen Hautveränderungen lag im untersuchten Kollektiv bei **53 %**, die Ausprägungen waren dabei sehr vielfältig. Es gab einzelne oder multiple kleine Läsionen wie bei den Verrucae seborrhoicae oder den Virusakanthomen, die epidermalen Nävi waren dagegen von größerer Ausdehnung, und es gab sowohl hautfarbene als auch oberflächlich pigmentierte Läsionen.

Mit Ausnahme von zwei Einzelindikationen (Acanthosis nigricans und Beckernävus) konnten alle sich in dieser Gruppe befindlichen Hautveränderungen erfolgreich mit dem Er:YAG-Laser therapiert werden. Die Erfolgsraten lagen zwischen 72 % und 100 %, der Durchschnittswert betrug 91%. Diese Ergebnisse werden durch Studien anderer Arbeitsgruppen bestätigt [Drmovsek-Olup und Vedlin 1997, Weinstein 1998, 1999, Wollina et al. 2001].

Bei der Untersuchung traten als typische Begleiterscheinungen die intraoperative Blutung (4.7 %), das postoperative Erythem (18.5 %), Erosionen (2.7 %) und Krusten (2.7 %) auf. Leichte Narben oder zarte Atrophien waren in 2.3 % respektive 2.2 % der Fälle notiert, am häufigsten traten nach der Behandlung der z.T. recht großflächigen epidermalen Nävi auf. Es ist zu vermuten, daß dies mit der Ausdehnung der Läsion zusammenhängt. Hyper- und Hypopigmentierungen waren in 2.7 % respektive 1.1 % aller Fälle dokumentiert. Eine Infektion wurde in keinem Fall beobachtet.

In der Literatur wird ebenfalls selten über Komplikationen berichtet. Pigmentverschiebungen, Narben oder Infektionen wurden teilweise gar nicht mitgeteilt [Drmovsek-Olup und Vedlin 1997, Wollina et al. 2001]. Weinstein berichtet über die Häufigkeit der Hyperpigmentierung in 3.4 % und der Hypopigmentierung in 4 % [Weinstein 1999], allerdings wurde bei dieser Untersuchung nicht zwischen epidermal und dermal gelegenen Indikationen differenziert, so daß die Komplikationsraten nicht direkt mit den hier beschriebenen vergleichbar sind.

Der **Er:YAG-Laser** ist somit ein hervorragendes Instrument zum superfiziellen Abtrag epidermaler, benigner Hautveränderungen. Hyperplastische, leicht über das Hautniveau ragende Läsionen sowie oberflächliche Pigmentveränderungen können effektiv und zügig entfernt werden. Handelt es sich um kleinflächige Läsionen, kann vielfach ohne Anästhesie gearbeitet werden. Die Komplikationsrate ist insgesamt niedrig, allerdings kann es bei ausgedehnten Läsionen eher als bei kleinen Flächen zur Ausbildung umschriebener feiner Narben oder Atrophien kommen.

4.3.2. Epidermal-dermale Hautveränderungen

Es sollte die Möglichkeit des schonenden Abtrags mit der Notwendigkeit der kompletten Entfernung der Epidermis bis in die obere Dermis geprüft werden.

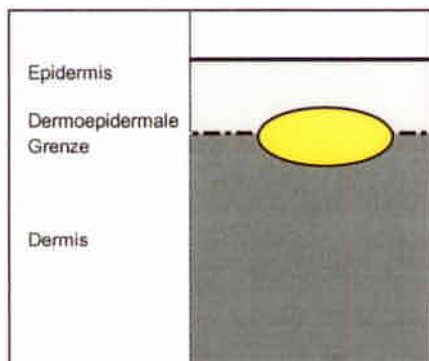


Abb.11 Schema epidermal-dermale Läsion

Wichtige Indikationen waren:

- **Morbus Hailey-Hailey (MHH)**
- **Morbus Darier (MD)**
- **Kongenitaler NZN**

MHH / MD:

Beide Krankheitsbilder gehören zu den Genodermatosen, sind allerdings an verschiedenen Genorten kodiert [Welsh et al. 1994]. Die sich gerne an seborrhoischen Regionen und Schweißdrüsen befindlichen erythematösen und dyskeratotischen Papeln jucken, können schmerzen, und es kann zu Superinfektionen kommen [Burge 1992, Burge und Wilkinson 1992]. Histologische Gemeinsamkeiten sind Akantholyse und Dyskeratose. Immunohistologisch konnte bei beiden Krankheitsbildern eine Verringerung der für den Zellverbund notwendigen desmosomalen Proteine und Glykoproteine nachgewiesen werden [Burge und Garrod 1991].

Ziel der Therapie ist die selektive Entfernung der „fehlgesteuerten“ Zellen, damit vom Rand her neue, nicht „fehlprogrammierte“ Zellen den Defekt verschließen können.

Während symptomatische Therapieansätze, wie z.B. mit Antibiotika oder Steroiden, vor allem bei schwereren Verläufen nur kurzfristige Linderung brachten, konnte mittels Dermabrasio insbesondere bei MHH, wo die Eliminierung der epidermalen Anteile genügt, langfristige Erfolge erzielt werden [Hamm et al. 1994]. Allerdings ist die Dermabrasio auf gut zugängliche Regionen limitiert und ist z.B. an Axillen oder im Analbereich teilweise nur schwer durchführbar.

Speziell bei MD ist für eine dauerhafte Heilung das selektive Erfassen der tiefer gelegenen Follikel essentiell [Beier und Kaufmann 1999]. Die dafür erforderliche Präzision ist mit der Dermabrasio nur schwer umsetzbar. Dies macht sie zu einer Gratwanderung: bei zu geringem Abtrag kann es zu einem Rezidiv kommen, ein zu starker Abtrag birgt das Risiko der Narbenbildung. Das gilt in gleichem Maß für den CO₂-Laser, insbesondere an empfindlichen Regionen wie dem Hals ist das Risiko der Narbenbildung sehr hoch.

Der Er:YAG-Laser verbindet die günstigen Eigenschaften dieser Alternativen: er ist in jeder Region gut handhabbar und gleichzeitig schonender als der CO₂-Laser.

In der ausgewerteten Studie verlief die Therapie mit dem Er:YAG-Laser bei allen vier ausgewerteten Patienten mit MHH erfolgreich. Positive Erfahrungen – sowohl MHH als auch MD betreffend – wurden bereits von Beier und Kaufmann mitgeteilt [Beier und Kaufmann 1999]. Im Falle von MD stehen im untersuchten Kollektiv zwei Patienten mit nur mäßigem Ergebnis einer mehrfach und an vielen Körperstellen erfolgreich mit dem Er:YAG-Laser behandelten Patientin gegenüber (Abb.12a und 12b; Abb.13a und 13b).

Als Ursache der nur mäßigen Erfolge kann eine nicht vollständige Entfernung der fehlgesteuerten Zellen angenommen werden. Folgetermine mit einer Nachbehandlung hätten möglicherweise auch in diesen Fällen zum Erfolg geführt.



Abb.12a Morbus Darier am Hals vor Er:YAG-Laserbehandlung



Abb.12b Nach Er:YAG-Laserbehandlung



Abb.13a Histologie: Morbus Darier vor Er:YAG-Laserbehandlung



Abb.13b Histologie: nach Er:YAG-Laserbehandlung

Abgesehen von einer in 5.6 % der Fälle notierten intraoperativen Blutung kam es bei einer Patientin an drei Behandlungstagen intraoperativ zu einer Urticaria factitia. Eine leichte Narbe respektive eine zarte Atrophie wurden bei je einem Patienten festgestellt, eine Hyperpigmentierung gab es ebenfalls bei einem Patienten. Beier und Kaufmann berichten abgesehen von wenigen minimal hypopigmentierten Stellen („spots“) von keinerlei Komplikationen. Auch am Hals konnten die Papeln ohne Ausbildung von Narben abgetragen werden [Beier und Kaufmann 1999].

Kongenitaler NZN:

Kongenitale, also zum Geburtszeitpunkt manifeste NZN werden von Melanozyten verwandten, der Neuralleiste abstammenden Zellen, den Nävuszellen, gebildet. Diese Nävi können bezüglich Größe, Farbe und Form unterschiedlichste Ausprägungen haben. Mit der Zeit entwickelt sich v.a. bei großflächigen Formen oft eine grobe Behaarung, was durch den Begriff „Tierfellnävus“ charakterisiert ist. Gerade bei großer Ausdehnung, die proportional mit dem Wachstum zunimmt, stellt dies ein erhebliches kosmetisches und psychisches Problem für Betroffene dar. Zusätzlich korreliert das potentielle Entartungsrisiko mit der Größe der Nävi. Daher wird empfohlen, mit der Entfernung der initial an der dermoepidermalen Grenze gelegenen Nävuszellen, die rasch in die Tiefe wandern, möglichst in der Neonatalphase zu beginnen [Helmbold et al. 1999].

Ziel dabei ist, die Anzahl der Nävuszellen zu reduzieren, v.a. um das klinische Erscheinungsbild zu mildern. Da sich allerdings von Anfang an bereits Nävuszellen in der Dermis befinden, ist die vollständige Entfernung aller dortigen Zellen nicht möglich, das prinzipiell erhöhte Entartungsrisiko kann nicht „weggelasert“ werden [Lawrence 2000]. Für eine Therapie kommen Dermabrasio [Fleissner et al. 1993] als auch die Laserbehandlung in Frage [Reynolds et al. 2003]. Allerdings ist insbesondere bei thermisch wirkenden Lasern Vorsicht geboten [Michel 2003].

Der Vorteil des Er:YAG-Lasers liegt in der exakten Tiefenkontrolle und der schonenden Arbeitsweise. In der Studie gibt es die Falldokumentation einer Er:YAG-Laserbehandlung an einem ein bzw. zwei Monate alten Säugling mit einem Nävus giganteus, der sich über den „Badehosenbereich“ erstreckte (Abb.14a). Bei der Probebehandlung wurden Er:YAG-Laser und die Dermabrasio miteinander verglichen. Während es bei der Dermabrasio teilweise zu einer deutlichen Narbenbildung kam, war diese bei dem Er:YAG-Laser nicht nachweisbar. Die vollständige, positiv verlaufene Behandlung erfolgte mit dem Er:YAG-Laser (Abb.14b). Seit sieben Jahren finden jährlich Kontrollen statt, das Ergebnis ist stabil. In der Literatur findet sich eine Kasuistik einer Er:YAG-Laserbehandlung an einem neun Tage alten Säugling mit kongenitalem Riesennävus. Eine Langzeitbeobachtung steht dabei noch aus [Lapiere et al. 2002].



Abb.14a Kongenitaler NZN
vor Er:YAG-Laserbehandlung



Abb.14b 10 Tage nach Er:YAG-Laser-
behandlung

4.3.3. Dermale Hautveränderungen:

In dieser Gruppe wurden Hautveränderungen subsummiert, die v.a. in der Dermis lokalisiert sind.

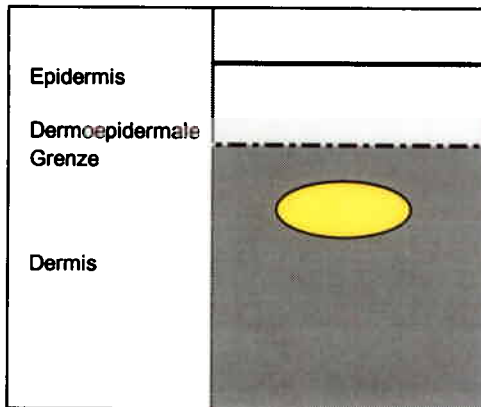


Abb.15 Schema: dermale Läsion

Wichtige Indikationen waren:

- Xanthelasmen / Syringome
- Osteoma cutis / Seeigelstacheln
- Lymphangiome
- Rhytiden („skin resurfacing“)

Xanthelasmen / Syringome:

Xanthelasmen stellen sich als - meist auf den Lidern erscheinende - gelbliche Plaques dar. Es handelt sich dabei um Fettablagerungen, in einigen Fällen kann das auf eine Stoffwechselstörung hinweisen [Bergmann 1994]. Bei **Syringomen** handelt es sich um eine meist gutartige Vermehrung der Schweißdrüsenausführungsgänge. Beiden Hautveränderungen ist das bevorzugte Auftreten am Auge gemeinsam, häufig sind ältere Menschen betroffen. Die exponierte Lokalisation am Auge führt bei vielen Patienten zu dem Wunsch einer Therapie. Da die Haut an den Lidern extrem dünn, empfindlich und daher leicht narbenanfällig ist, kann nur eine sehr schonende Methode zu einem guten Therapieerfolg führen. Gelingt dies nicht, kann das postoperative Erscheinungsbild u.U. als deutlich schlechter empfunden werden im Vergleich zur Ausgangssituation.

Konventionelle Therapien sind die Exzision [Eady 1996], in jüngerer Zeit wurde auch der CO₂-Laser eingesetzt [Alster und West 1996, Wang und Roenigk 1999]. Als Komplikationen treten dabei verlängerte Erytheme, Pigmentverschiebungen und Narben auf [Fitzpatrick et al. 1996b, Raulin et al. 1999]. Daneben gibt es auch positive Einzelfallberichte über Argon- und Farbstofflaserbehandlungen [Graudenz und Raulin 2003].

Im untersuchten Kollektiv konnten von 26 wegen Syringomen behandelten Patienten 14 (=54 %) in die Endauswertung einbezogen werden, bei den Xanthelasmaen waren es 28 (=85 %) von ursprünglich 33 behandelten Patienten. Die Erfolgsquoten lagen recht hoch, 93 % bei den Syringomen und 89 % bei den Xanthelasmaen.

Durch die hohe Präzision und die gute Kontrollierbarkeit, die der Er:YAG-Laser gewährleistet, gelang die Entfernung beider Hautveränderungen unter größtmöglicher Schonung nicht betroffener Areale (Abb.16a und 16b).



Abb.16a Xanthelasmaen vor Er:YAG-Laserbehandlung



Abb.16b nach Er:YAG-Laserbehandlung

Bereits 1996 berichten Kaufmann und Hibst über die erfolgreiche Entfernung von Syringomen und Xanthelasma an ausgewählten Patienten [Kaufmann und Hibst 1996]. Studien anderer Arbeitsgruppen bestätigen diese Ergebnisse [Drnovsek-Olup und Vedlin 1997, Riedel et al. 1998, Borelli und Kaudewitz 2001, Mannino et al. 2001, Beier et al. 2003, Levy und Trelles 2003].

Eine zarte Atrophie wurde bei den Syringompatienten in 3.7 % aller Fälle notiert, bei den Xanthelasma waren es 7.7 %, zusätzlich war bei einem Patienten (2.6 %) mit Xanthelasma postoperativ eine Narbenbildung festgestellt worden. Eine Hyperpigmentierung wurde bei den Syringompatienten gar nicht festgestellt, bei den Xanthelasmapatienten trat sie in 10.3 % der Fälle auf. Über das vereinzelte Auftreten von zarten Atrophien oder Hyperpigmentierungen wird z.T. auch in anderen Veröffentlichungen berichtet [Kaufmann und Hibst 1996, Riedel et al. 1998].

In anderen Studien wurden abgesehen von einem postoperativen Erythem keine anderen Erscheinungen beobachtet [Drnovsek-Olup und Vedlin 1997, Borelli und Kaudewitz 2001]. Ursache hierfür ist die individuell unterschiedliche Tiefe der Lipidablagerungen.

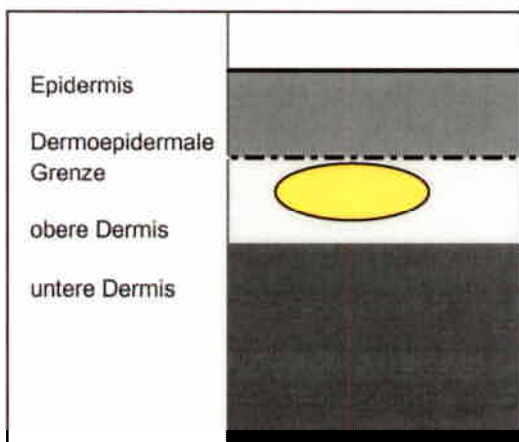


Abb.17a Schema: flache Xanthelasma

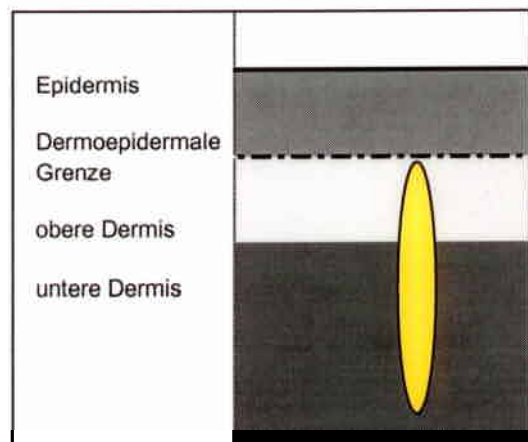


Abb.17b Schema: tiefreichende Xanthelasma

Teils lagern die Lipide eher oberflächlich in flacher Konfiguration (schematisch dargestellt in Abb.17a), teils jedoch tiefer mit zapfenartigen Ausläufern. Bei letztgenannten (schematisch dargestellt in Abb.17b) ist der zur vollständigen Entfernung notwendige tiefere Abtrag mit einem höheren Komplikationsrisiko behaftet.

Osteoma cutis / Seeigelstacheln

Die Gemeinsamkeit beider Indikationen liegt (bei völlig unterschiedlicher Genese) darin, daß sie sich als Hartschubstanzablagerungen in der Dermis darstellen. Bei **Osteoma cutis** handelt es sich um ein seltenes, durch dermale Ossifikationen gekennzeichnetes Krankheitsbild. **Seeigelstacheln** dringen von extern in die Haut ein, und kommen in unseren Breiten selten als „Urlaubssouvenir“ vor. Die Stacheln bestehen aus mit Epithel überzogenen Calciumcarbonatkristallen. Beim Auftreten bohren sie sich in den Fuß und verursachen eine erhebliche Entzündungsreaktion, das Belassen der Partikel kann einen vollständigen Funktionsverlust des Fußes nach sich ziehen [Literatur bei Böer et al. 2001].

Die Behandlung ist in beiden Fällen schwierig. Für Osteoma cutis gibt es keine effektive Therapie, die Rezidivrate ist hoch [Literatur bei Ochsendorf und Kaufmann 1998]. Die Seeigelstacheln frakturieren sehr leicht bei dem Versuch einer mechanischen Entfernung, was die Prozedur weiter verkompliziert.

Prinzipiell müssen die Partikel rundherum freigelegt und somit einer vollständigen Entfernung zugänglich gemacht werden. Als konventionelle Methoden kommen dafür die Exzision und der CO₂-Laser in Frage. In beiden Fällen ist dies nur unter erheblicher Schädigung des die Partikel umschließenden Gewebes möglich. Häufig sind mehrere in enger Nachbarschaft liegende Partikel zu entfernen, so daß es zu ausgedehnter Traumatisierung mit den entsprechenden Folgen wie langen Heilungszeiten und Narbenbildung kommen kann.

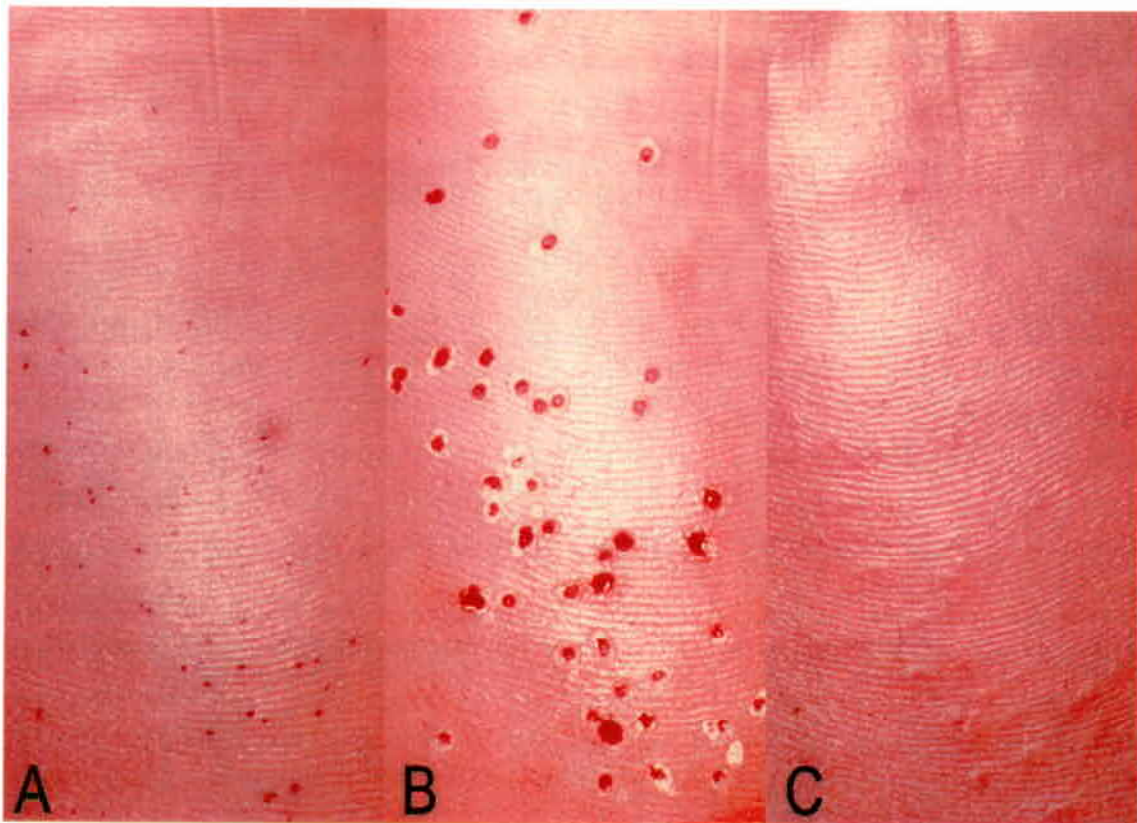


Abb.18 Seeigelstacheln: vor (A), während (B) und nach (C) Er:YAG-Laserbehandlung

In der vorliegenden Studie wurden in beiden Indikationsfällen je ein Patient mit dem Er:YAG-Laser behandelt. In beiden Fällen gelang die präzise und umschriebene Freilegung der Einschlüsse (Abb.18). Abgesehen von intraoperativen Schmerzen, die bei dem Patienten mit den Seeigelstacheln auftraten, resultierte der minimalinvasive Eingriff bei beiden Patienten in einer raschen und komplikationslosen Heilung.

Beide in der vorliegenden Zusammenfassung berücksichtigten Fälle wurden in der Zwischenzeit veröffentlicht [Ochsendorf und Kaufmann 1998, Böer et al. 2001].

Lymphangiome

Lymphangiome können als geschwulstartige Mißbildungen von Geburt an bestehen, oder als Folge einer Obstruktion der Lymphgefäße z.B. nach chirurgischen Eingriffen oder Bestrahlungen entstehen. Während die erste Gruppe tiefer liegende Malformationen umfaßt, bilden sich bei der zweiten Erweiterungen der superfiziellen Lymphkapillaren mit sichtbaren froschlauchartigen Bläschen. Es handelt sich dabei um Lymphangiektasien, nicht um aktiv proliferierte Gefäße. Betroffene Patienten können an permanentem Austritt von Lymphflüssigkeit und wiederkehrenden Infektionen leiden [Literatur bei Ochsendorf et al. 2001].

Empfohlen wird neben chirurgischer Intervention v.a. die Dermabrasio, deren Einsatzbereich jedoch auf gut zugängliche Regionen limitiert ist [Runne et al. 1997].

Im untersuchten Kollektiv wurden vier Patienten wegen Lymphangiomen mit dem Er:YAG-Laser behandelt, drei davon mit gutem bis sehr gutem Erfolg, bei einem Patienten war die Therapie nicht erfolgreich. Bei zwei der erfolgreich mit dem Er:YAG-Laser therapierten Patienten handelte es sich um einen älteren Mann respektive um eine ältere Frau, bei denen die Lymphangiome im Genitalbereich aufgetreten waren. In Regionen wie Skrotum und Vulva ist die Dermabrasio nicht durchführbar. Aufgrund der einfachen Handhabung konnten die Läsionen kontrolliert und schonend entfernt werden. Abgesehen von kurzfristigem Wundnässen bei einer Patientin gab es keinerlei Auffälligkeiten, die Heilung verlief komplikationslos. Einer der hier aufgeführten Patientenfälle wurde in der Zwischenzeit veröffentlicht [Ochsendorf et al. 2001].

Rhytiden („skin resurfacing“)

Das „skin resurfacing“ entwickelte sich in den letzten Jahren zum Haupteinsatzgebiet abtragender Laser. Gemeint ist damit der oberflächliche Hautabtrag zur Texturverbesserung insbesondere bei Faltenbildung infolge chronischer Lichtexposition. Ausgiebige Sonnenbäder, v.a. im Jugendalter, beschleunigen eine frühe Faltenbildung. Für viele Menschen wird dies zu einem kosmetischen Problem, so daß zunehmend Therapien nachgefragt werden.

Gerade auf diesem Gebiet konkurrieren der CO₂-Laser und der Er:YAG-Laser miteinander. Die unterschiedlichen Grundcharakteristika bedingen eine unterschiedliche Gewebewirkung. Der CO₂-Laser hat eine höhere Abtragseffizienz pro Durchgang mit einer stärkeren thermischen Wirkung (siehe Abschnitte 1.3.1. und 4.1.3.b).

Der zugrunde liegende Mechanismus beim „skin resurfacing“ mittels CO₂-Laser soll die laserinduzierte Gewebeumbildung sein: aufgrund des durch die Laserenergieapplikation gesetzten Hitzeereizes kommt es initial zu einer Verkürzung der Kollagenfasern, dem sogenannten „shrinkage“ [Fitzpatrick et al. 1996a]. Später folgt durch erhöhte Fibroblastentätigkeit eine Neokollagenbildung [Fitzpatrick et al. 1996b, Ratner et al. 1998]. Diese Mechanismen werden als Ursache der klinisch sichtbaren Glättung der Haut angesehen. In letzter Zeit wird vermutet, daß auch Entzündungsreize, wie sie durch Dermabrasio oder Er:YAG-Lasertherapie auftreten, die kollagene Neubildung anregen können [Ross et al. 2000, Jasin 2002].

Verschönerungs- respektive Verjüngerungsmaßnahmen erfreuen sich einer großen Beliebtheit und stellen einen Wachstumsmarkt dar. Dementsprechend hoch ist der Anteil an Studien, die die Effektivität abtragender Laser zum Thema haben.

Der Schwerpunkt von Lasereinsätzen liegt in der Dermatologieabteilung der Universitätsklinik in Frankfurt am Main jedoch vornehmlich bei medizinischen Indikationen. Das „skin resurfacing“ zur Faltenreduktion ist in der vorliegenden Untersuchung daher relativ unterrepräsentiert. Es wurden fünf Patientinnen an der Oberlippe respektive perioral mit dem Er:YAG-Laser behandelt. Bei allen erfolgte eine rasche Heilung mit einem guten Ergebnis.

Die Effektivität beider Laser wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Kopelman berichtet über sehr schöne Resultate mit dem Er:YAG-Laser bei superfiziellen Falten [Kopelman 1998]. Moderate bis gute Ergebnisse beim „skin resurfacing“ ausschließlich mit dem Er:YAG-Laser konnten in weiteren Studien nachgewiesen werden [Bass 1998, Perez et al. 1998, Weiss et al. 1999]. Andere Autoren halten den CO₂-Laser in seiner Effektivität für deutlich überlegen [Hohenleutner et al. 1998, Adrian 1999, Alster 1999b]. Khatri et al. konnten in einer Vergleichsstudie dagegen zeigen, daß der CO₂-Laser zwar bei analoger Anzahl der Durchgänge eine höhere Effektivität aufweist. Wird mit dem Er:YAG-Laser jedoch die Anzahl der Durchgänge erhöht, kommt es zu einer der CO₂-Laserbehandlung vergleichbaren Faltenreduktion bei geringerer Nebenwirkungsquote, insbesondere bezüglich Hypopigmentierung [Khatri et al. 1999]. Ebenso hält Fleming den Er:YAG-Laser für ähnlich effektiv wie den CO₂-Laser [Fleming 1999]. Collawn favorisiert den Er:YAG-Laser bei superfiziellen, den CO₂-Laser bei tiefen und eine Kombinationstherapie bei mittleren Falten [Collawn 1999]. Bei diesen Studien muß zusätzlich die Problematik der Beurteilung berücksichtigt werden [Jordan et al. 2000].

Abgesehen von der Kontroverse bezüglich der Effektivität, herrscht in all diesen Untersuchungen ein allgemeiner Konsens darüber, daß sowohl Heilungszeiten als auch Erythempersistenz nach Er:YAG-Laserbehandlung deutlich kürzer sind als bei dem CO₂-Laser, und daß es seltener zu Pigmentverschiebungen kommt. Die schonende Komponente des Er:YAG-Lasers wirkt sich auch günstig bei der Kombinationsbehandlung aus: die Nebenwirkungsrate nach CO₂-Laserbehandlung konnte durch Nacharbeiten mit dem Er:YAG-Laser gesenkt werden [McDaniel et al. 1999, Goldman und Manuskiatti 1999].

Die schnelle und komplikationslose Heilung konnte auch an den im Rahmen der ausgewerteten Studie behandelten Patientinnen beobachtet werden. Außer einem Erythem an einer Patientin kam es zu keinerlei Komplikationen.

4.3.4. Wundgrundkonditionierung:

Zielsetzung der Laseranwendung in diesem Segment ist entweder die Transplantatbettvorbereitung oder die Wundanfrischung. Dabei soll die besonders gewebsparende, schonende Arbeitsweise des Er:YAG-Lasers genutzt werden, um einen optimalen Heilungsverlauf zu gewährleisten.

wichtigste Indikation war:

- **Alopezie**

Der Begriff der **Alopezie** bezeichnet den Zustand der Haarlosigkeit. Sowohl Ursachen als auch Erscheinungsformen können vielfältig sein: es gibt frühe und späte, reversible und irreversible Formen. Therapeutisch besonders schwierig ist die vernarbende Alopezie. Dabei ist es z.B. durch ein Trauma oder Verbrennungen zu einem Untergang der Haarfollikel mit nachfolgend irreversiblen Haarausfall gekommen.

Einzigste echte Therapiemöglichkeit ist die autologe Haartransplantation. Diese kann konventionell mit dem Skalpell oder in jüngerer Zeit auch mit dem CO₂-Laser durchgeführt werden.

In der ausgewerteten Studie wurde an drei männlichen und zwei weiblichen Patienten eine Er:YAG-laserassistierte Haartransplantation vorgenommen. Diese Maßnahme verlief in allen Fällen erfolgreich, nach temporärem Haarausfall kam es zu einem Anwachsen neuer Haare.

Relevant für den Therapieerfolg war die athermische, optimal auf die Größe der zu transplantierten „grafts“ abgestimmte Vorbereitung der Transplantatbetten. Die erforderliche Präzision wird durch den Er:YAG-Laser gewährleistet, gerade in vernarbttem Gewebe ist dies entscheidend für eine erfolgreiche Einheilung.

Die in der vorliegenden Studie ausgewerteten Patienten wurden bereits separat veröffentlicht. Interessant dabei war, daß mit sehr hohen Fluences im Bereich zwischen 80 bis 120 J/cm² gearbeitet wurde [Podda et al. 2000].

4.3.5. Narben – Keloide

Das „skin resurfacing“ (siehe Abschnitt 4.3.3.) wird auch bei der Behandlung von Aknenarben eingesetzt. Da in der vorliegenden Untersuchung darüber hinaus auch andere Narbenformen vorkamen, wurde für die Auswertung eine eigene Gruppe gebildet, die für sich besprochen wird. Bei der Morphologie verschiedener Narben gibt es Unterschiede, ähnlich vielfältig sind die Therapieansätze. Dazu gehören chirurgische Korrekturen, die Kryotherapie, Steroidanwendungen und chemische Peelings [Alster und West 1997, Sawcer et al. 1999, Bradley und Park 2001].

Aknenarben (=atrophe Narben) bleiben häufig nach Heilung von aktiven Akneläsionen zurück und imponieren dann als tief eingesunkene Narben, während hypertrophe Narben und Keloide oberhalb des Hautniveaus liegen. **Hypertrophe Narben** entstehen leicht nach Operationen im Jugendalter, insbesondere bei Zugbelastung im Nahtbereich. Als **Keloide** bezeichnet man seitlich über die eigentliche Narbe hinausgehende Bindegewebsproliferationen.

In jüngerer Zeit werden zunehmend Laser für die Therapie von Aknenarben eingesetzt. Mittels „skin resurfacing“ sollen die Niveauunterschiede reduziert werden, über eine Hautglättung soll die Ausprägung gemildert werden.

Die Bewertung des Behandlungserfolgs ist nicht ganz einfach: genauso wie dem älteren Menschen durch Faltenreduktion kein jugendliches Antlitz zurückgegeben werden kann, wäre es illusorisch, bei der Narbenbehandlung eine restitutio ad integrum zu erwarten. Es können Verbesserungsgrade erzielt werden, die jedoch nicht meßbar sind, sondern der subjektiven Einschätzung (siehe Abschnitt 4.2.2.) unterliegen [Woywood und Kimmig 1999].

Im untersuchten Kollektiv konnte bei keiner der drei Narbenformen ein einheitliches Ergebnis erzielt werden, was die Schwierigkeit der Therapie aber auch der Bewertung spiegelt. Darüber hinaus gab es teilweise Vergleichsbehandlungen mit anderen Lasern (CO₂ und FPD), der Kryotherapie und der Steroidbehandlung. Die alleinige Er:YAG-Laserbehandlung verlief am erfolgreichsten bei den Aknenarben, in der Mehrzahl der Fälle gab es eine gute Bewertung. Bei den hypertrophen Narben gab es zu gleichen Teilen gute und nicht so gute Ergebnisse, für die Keloidbehandlung zeigten sich andere Therapien (z.B. Kryo, Steroid) dem Er:YAG-Laser überlegen.

Auch in der Literatur gibt es geteilte Ergebnisse. Die Verbesserungsgrade, die mit dem Er:YAG-Laser bei Aknenarben zu erzielen sind, werden zwischen 25 % - 90 % angegeben [Drmovsek-Olup und Vedlin 1997, Kye 1997, Weinstein 1998, Tanzi und Alster 2002]. Teilweise wird eine Kombinationstherapie mit dem CO₂-Laser empfohlen [Weinstein 1999]. Ebenfalls gute bis moderate Behandlungserfolge, mit Verbesserungsgraden von 50 % - 95 % werden für die Behandlung von hypertrophen Narben angegeben [Drmovsek-Olup und Vedlin 1997, Weinstein 1998, Kwon und Kye 2000].

Ein allgemeingültiges Fazit kann an dieser Stelle nicht gezogen werden. Der Er:YAG-Laser kann grundsätzlich zur Narbenbehandlung eingesetzt werden. Es ist aber ratsam, auch andere Methoden zu berücksichtigen und einen individuellen Therapieplan zu entwickeln [Goodman 2003].

4.4. Grenzen der Er:YAG-Laserbehandlung

Während rein epidermal gelegene Läsionen praktisch vollständig mit dem Er:YAG-Laser abtragbar sind, gibt es bei dermal gelegenen Läsionen Indikationen, bei denen der Er:YAG-Laser erfolgreich eingesetzt werden kann und andere, bei denen eine vollständige Entfernung nicht oder nur teilweise gelingt.

Im untersuchten Kollektiv konnten z.B. bei Adenoma sebaceum, Angiofibromen oder Tätowierungen keine wirklich überzeugenden Resultate erzielt werden.

Als Ursache kann die Lage in unteren Dermissschichten angesehen werden. Infolge der zunehmenden Blutung werden sowohl der Abtrag als auch die Sichtkontrolle schwieriger [Kaufmann und Hibst 1996]. Kommt es zum Verbleib von Teilen der ursprünglichen Veränderung, können Rezidive auftreten.

Zusätzlich steigt das Narbenrisiko an, je tiefer abgetragen wird [Fitzpatrick et al. 2000]. Hierüber müssen Patienten informiert werden, wenn Alternativtherapien z.B. nicht zur Verfügung stehen (Beispiel: bunte Tätowierung über Schultergelenk).

4.5. Komplikationen

Jeder Eingriff ist mit dem Risiko ungewollter Begleitschäden verbunden. Im untersuchten Kollektiv war aufgrund partieller Dokumentationslücken eine quantitativ vollständige Analyse nicht möglich. Dennoch ergab sich bei der **Gesamtbetrachtung** durch das umfangreiche Kollektiv und die große Anzahl an Behandlungen eine repräsentative Übersicht.

Die zeitliche Unterteilung erfolgte in:

- 1.) **Intraoperative Komplikationen**
- 2.) **Postoperative Komplikationen (bis 6 Wochen, >6 Wochen)**

4.5.1. Intraoperative Komplikationen

Die geringe thermische Komponente des Er:YAG-Lasers reicht nicht aus, um eine Hämostase zu erzielen, infolgedessen kommt es beim Arbeiten in tieferen Schichten intraoperativ zu einer Blutung [Kaufmann und Hibst 1996].

Im untersuchten Kollektiv war die Blutung mit einer Häufigkeit von 5.3 % das einzige relevante intraoperative Ereignis, in einem Fall führte dies zum Abbruch der OP. Erwartungsgemäß traten die Blutungen mit zunehmender Abtragstiefe häufiger auf.

Eine kleine Blutung kann beherrscht werden, indem das Blut mit einem Tupfer weggewischt wird, ist sie aber zu stark, limitiert sie den Arbeitsprozeß. Blutverdünnende Medikamente wie z.B. ASS sollten daher rechtzeitig vor der geplanten OP abgesetzt werden [Kaufmann 2001].

4.5.2. Postoperative Komplikationen

Prinzipiell lassen sich vorübergehende, mit der Wundheilung einhergehende Phänomene von bleibenden Erscheinungen abgrenzen. In unserer Studie wurde eine zeitliche Zäsur bei sechs Wochen gesetzt, zu diesem Zeitpunkt sollte die Wundheilung sicher abgeschlossen sein.

In der *frühen* postoperativen Phase wurden v.a. Erytheme (14 %), Krusten (5.6 %) und Erosionen (3.6 %) gesehen. In der *späteren* postoperativen Phase wurden in erster Linie abklingende Erytheme (16.3 %) und zu einem kleinen Prozentsatz Hyperpigmentierungen (3.8 %), Atrophien (3.3 %) und Narben (2.2 %) gesehen. Die Narben und Atrophien waren dabei überwiegend zart ausgeprägt, so daß sie optisch kaum auffielen.

Die *grundsätzlich* wichtigsten postoperativen Komplikationen werden nachfolgend etwas genauer betrachtet. Dazu gehören:

- ⇒ 1.) das postoperative Erythem
- ⇒ 2.) Pigmentverschiebungen
- ⇒ 3.) Narben und Atrophien
- ⇒ 4.) Infektionen

ad 1.) Das postoperative Erythem:

Insgesamt betrachtet war das **postoperative Erythem** (14.8 %) das mit Abstand häufigste Phänomen. Über die Dauer der Persistenz gibt es leicht divergierende Angaben in der Literatur. In einigen Untersuchungen wird der Zeitraum mit zwei bis sechs Wochen angegeben [Teikemeier und Goldberg 1997, Bass 1998, Weiss et al. 1999, Tanzi und Alster 2003a]. In anderen Studien wurden Erytheme bis zu zwei oder drei Monaten beobachtet [Drnovsek-Olup und Vedlin 1997, Kye 1997].

Im untersuchten Kollektive konnten mild ausgeprägte Erytheme auch später als sechs Wochen festgestellt werden. Wie lange sie in diesen Fällen tatsächlich persistierten, war nicht ermittelbar. Ausprägung und Persistenz der postoperativen Erythems ist nach CO₂-Laserbehandlung stets stärker respektive länger als nach Er:YAG-Laserbehandlung [Hohenleutner et al. 1998, Weiss et al. 1999].

ad 2.) Pigmentverschiebungen (Hyper- und Hypopigmentierung):

Bei den **Pigmentverschiebungen** ist die *Hyperpigmentierung* von der *Hypopigmentierung* zu unterscheiden. Erstgenannte ist meist transient und kann darüber hinaus mit einer Depigmentierungssalbe erfolgreich behandelt werden [Riedel et al. 1998].

Im untersuchten Kollektiv wurde die *Hyperpigmentierung* in 2.5 % aller Fälle notiert. Die Angaben in der Literatur hierzu sind unterschiedlich. Die Werte reichen von 3.4 % bis 40 % [Kye 1997, Alster 1999b, Weinstein 1999, Weiss et al. 1999, Tanzi und Alster 2003b], beim Einsatz eines langgepulsten Er:YAG-Lasers sogar bis 42 % [Tanzi und Alster 2003a]. In einigen Untersuchungen wurde dagegen gar keine Hyperpigmentierung beobachtet [Teikemeier und Goldberg 1997, Borelli und Kaudewitz 2001].

Die *Hypopigmentierung* ist eine ernste, vermutlich durch eine irreversible Schädigung der Melanozyten hervorgerufene Komplikation [Nanni und Alster 1998]. Es wird auch eine Korrelation mit dem durch chronische Lichtexposition entstandenen Schädigungsgrad der Haut diskutiert [Manuskiatti et al. 1999]. Häufig tritt sie erst nach Verschwinden des Erythems, etwa sechs Monaten postoperativ auf [Nanni und Alster 1998, Weinstein 1998].

In unserer Untersuchung trat die Hypopigmentierung in nur 0.4 % aller Fälle auf, allerdings waren die Beobachtungsräume relativ kurz. Eine systematische Nachbeobachtung über sechs Monate hinaus erfolgte nicht.

Laut Literatur ist die Hypopigmentierung nach Er:YAG-Laserbehandlung eine seltene Komplikation. Selbst bei Verwendung eines langgepulsten Er:YAG-Laser an dunkleren Hauttypen trat sie nicht häufiger als in 4 % der Fälle auf [Jeong und Kye 2001], Tanzi und Alster konnten sie in ihrer Prospektivuntersuchung gar nicht feststellen [Tanzi und Alster 2003b].

Nach CO₂-Laserbehandlung ist die Inzidenz mit 16.3 % deutlich höher [Bernstein et al. 1997]. In einer direkten Vergleichsuntersuchung konnten sogar Unterschiede von 5% für den Er:YAG-Laser gegenüber 43 % für den CO₂-Laser nachgewiesen werden [Khatri et al. 1999]. Dies ist vermutlich auf die thermisch bedingte Melanozytenschädigung zurückzuführen.

ad 3.) Narben und Atrophien:

Narben oder Atrophien traten in 1.6 % respektive 1.4 % aller Fälle auf. Sie waren meist sehr fein ausgeprägt, so daß sie optisch nur wenig ins Gewicht fielen. Grundsätzlich steigt das Narbenrisiko je tiefer abgetragen wird [Fitzpatrick et al. 2000].

In nur wenigen Untersuchungen wurde über die Ausbildung von Narben oder Atrophien berichtet, die Werte liegen zwischen 0.8 % und 2 % [Weinstein 1999, Weiss et al. 1999].

ad 4.) Infektionen:

Eine weitere unerwünschte postoperative Komplikation ist eine **Infektion**, insbesondere nach größeren chirurgischen Eingriffen tritt sie nicht selten auf [Pessaux et al. 2003].

Im untersuchten Kollektiv trat trotz teilweise recht ausgedehnter Wundflächen keine einzige Infektion auf. Dies entspricht Literaturangaben: i.d.R. kam es gar nicht [Drnovsek-Olup und Vedlin 1997, Bass 1998, Borelli und Kaudewitz 2001], oder nur sehr vereinzelt zu einer Infektion [Weinstein 1998, 1999]. Im Gegensatz dazu wurde nach CO₂-Laserbehandlung in 4.3% eine Infektion beschrieben [Sriprachya-Anunt et al. 1997].

Dieser Unterschied läßt sich eventuell darauf zurückführen, daß beim Er:YAG-Laser durch die fehlende Hämostase keine für die Besiedelung respektive Vermehrung von Keimen günstigen Wachstumsbedingungen bestehen. Durch Koagulation und Karbonisation nach CO₂-Laserbehandlung ist dagegen eine Keimbesiedelung eher möglich.

Fazit:

Bei der Behandlung mit dem Er:YAG-Laser können Komplikationen auftreten, über die der Patient im Vorfeld aufzuklären ist. Die vollständige Aufzählung der dieser Untersuchung beobachteten Erscheinungen ist in Tabelle 17 dargestellt.

Von Relevanz sind vor allem die intraoperative Blutung und das postoperative Erythem. In deutlich geringerem Maße kann es zu Hyperpigmentierungen, feinen Narben oder Atrophien kommen. Mit zunehmender Abtragtiefe nimmt das Risiko zur Ausbildung von Narben zu. Hypopigmentierungen sind sehr selten, Infektionen traten im untersuchten Kollektiv gar nicht auf.

Häufigkeit und Ausprägung aller postoperativen Erscheinungen ist in jedem Fall nach Er:YAG-Laserbehandlung niedriger als nach CO₂-Lasertherapie [Goldberg 2003]. Daher ist der Er:YAG-Laser z.B. auch bei asiatischen Hauttypen, die tendenziell eher zur Narbenbildung neigen, sehr gut einsetzbar. [Polnikorn et al. 1998, Lodhi et al. 2003]

4.6. Lokalisationen

Der Er:YAG-Laser ist v.a. durch folgende Charakteristika gekennzeichnet: die schonende Arbeitsweise und die gute Handhabbarkeit in jeder Körperregion. Daraus ergibt sich eine besondere Eignung mit teilweiser Überlegenheit gegenüber alternativen Methoden insbesondere an empfindlichen, narbenanfälligen Regionen und schwer zugänglichen Bereichen. So ist in Bereichen wie Auge, Axillen, oder Genitaltrakt, in denen die Dermabrasio praktisch nicht anwendbar ist, der Er:YAG-Laser die sinnvollere Alternative [Kaufmann 2000].

Im untersuchten Kollektiv hatten derartige Regionen wie Auge, Wange, Hals und Handrücken einen Anteil von 32%. Die Heilungsverläufe waren sehr gut, in nur wenigen Fällen wurden Hyperpigmentierungen, feine Narben oder zarte Atrophien gesehen.

Während der ultragepulste CO₂-Laser v.a. am Hals mit einem hohen Risiko der Narbenbildung und Hyperpigmentierung behaftet ist [Fitzpatrick et al. 2001], eignet sich der Er:YAG-Laser gerade in problematischen Regionen sehr gut [Goldberg und Meine 1998, Goldman et al. 1999, Jimenez und Spencer 1999]. Dies gilt im besonderen an einer ästhetisch so anspruchsvollen Lokalisation wie dem Augenlid. Auch hier ist der Er:YAG-Lasers dem CO₂-Laser deutlich überlegen [Lieb et al. 2000].

Ursächlich dafür ist die thermische Komponente des CO₂-Lasers. In diesem Zusammenhang ist auch die Sicherheit in der Handhabung von Relevanz: kommt es beim CO₂-Laser zu einem versehentlichen Überlappen der „passes“ kurz hintereinander, zieht dies unweigerlich einen bis zu 100%-igen Anstieg von Nekrosezone und Zelluntergang nach sich [Ross et al. 1999]. Dagegen wird beim Er:YAG-Laser der ermittelte Maximalwert von 50 µm auch durch Überlappen der „passes“ nicht überschritten [Hohenleutner et al. 1997]. Somit ist der Er:YAG-Laser in der Handhabung sicherer als der CO₂-Laser.

Immer dann, wenn eine hohe Präzision Grundvoraussetzung für den Therapieerfolg ist, ist der Er:YAG-Laser derzeit allen anderen Methoden überlegen [Papadavid und Katsambas 2003].

4.7. Wundversorgung:

Zur Nachbehandlung waren verschiedene Präparate verwendet worden (siehe Tabelle 20), die entsprechend ihrer Wirkstoffe zugeordnet wurden.

Es zeigte sich, daß die Wundbehandlung mit Antibiotikum-Kortikosteroid-Präparaten zu einer leicht niedrigeren Komplikationsrate führte (20 %) als bei der Verwendung antibiotikahaltiger oder antiseptischer Salben (26 %). Diese Beobachtung kann eventuell mit dem entzündungshemmenden Effekt der Kortikosteroide erklärt werden. Eine Verifizierung kann allerdings nur durch eine prospektive Vergleichsstudie erfolgen.

In der Literatur gibt es unterschiedliche Empfehlungen. Teilweise werden die offene Wundbehandlung mit Vaselinum album im Kombination mit Schwarzteeumschlägen empfohlen [Hammes et al. 2002], in anderen Fällen werden Hydrokolloidverbände, Fettgaze und sterile Kompressen verwendet [Hohenleutner et al. 1998]. Zur Infektionsprophylaxe werden antibiotikahaltige Salben empfohlen [Riedel et al. 1999]. Unbedingt einzuhalten ist ein absoluter Sonnenschutz bis zum Verschwinden des Erythems [Kaufmann 2001]. Hierauf müssen die Patienten explizit und wiederholt hingewiesen werden.

5. Zusammenfassung

Hohe Komplikationsraten der früher weit verbreiteten Dauerstrichlaser machten die Entwicklung schonenderer Geräte notwendig. Zu den neuesten Entwicklungen in der Lasertechnologie gehört der ablativ arbeitende Erbium:YAG-Laser. Sein spezifisches Charakteristikum ist die – exakt dem Absorptionsmaximum von Wasser entsprechende – Wellenlänge von 2940 nm. In Kombination mit extrem kurzen Pulszeiten ergibt sich eine gegenüber dem CO₂-Laser 10-fach höhere Absorption in der Haut. Somit lassen sich mit dem Er:YAG-Laser sehr feine Schichten kontrolliert abtragen. Das Gros der Veröffentlichungen über den Er:YAG-Laser betraf abgesehen von wenigen Ausnahmen ausschließlich den Einsatz zur Narben- oder Faltenbehandlung. Somit war das **Ziel der vorliegenden Arbeit**, das gesamte Indikationsspektrum des Er:YAG-Lasers im klinischen Alltag zu definieren, die Grenzen sowie mögliche Komplikationen zu benennen.

Es erfolgte die retrospektive Erfassung und Auswertung aller im Zeitraum vom 01.01.1996 – 31.12.1999 mit dem Er:YAG-Laser am Zentrum Dermatologie und Venerologie (ZDV) der Johann Wolfgang von Goethe Universität in Frankfurt am Main behandelten Patienten. Bei 478 Patienten hatte in diesem Zeitraum eine Er:YAG-Laserbehandlung stattgefunden, an 364 Patienten (=76 %) konnte eine Ergebnisanalyse vorgenommen werden. 49 Einzelindikationen wurden hauptsächlich nach der jeweils betroffenen Gewebeschicht eingeteilt: es gab rein *epidermal*, *epidermal-dermal*, und *dermal* gelegene Hautveränderungen. Sondergruppen waren die *Wundgrundkonditionierung* und der *Narben-Keloide-Komplex*. Wichtigste Erfassungskriterien waren die jeweilige **Indikation**, der **Behandlungserfolg** und mögliche **Komplikationen**. Daneben wurden auch Angaben zur Anästhesie und der jeweils betroffenen Körperregion berücksichtigt.

Über die Hälfte der Patienten (53 %) war wegen rein *epidermaler* Hautveränderungen unterschiedlichster Ausprägung (klein- bis großflächig, einzeln bis multipel, hautfarben bis oberflächlich pigmentiert) behandelt worden. Relevante Indikationen waren Verruca seborrhoeica, Virusakanthome, epidermale Nävi und Lentiginos. Die Erfolgsquoten lagen zwischen 72 % und 100 %. Ein Drittel der Patienten (33 %) wurde wegen verschiedener, *dermal* gelegener Hautveränderungen behandelt. Größere Kollektive wurden wegen Syringomen und Xanthelasma mit Erfolgsquoten von 93 % und 89 % behandelt, erfolgreich therapierbare Einzelindikationen waren Osteoma cutis und Seeigelstacheln. Kleine Kollektive oder Einzelfälle mit ungewöhnlichen Krankheitsbildern gab es in der Gruppe der *epidermal-dermalen* Hautveränderungen und der *Wundgrundkonditionierung*. In beiden Gruppen gab es überwiegend gute Therapieerfolge. Bei *Narben – Keloide* gab es geteilte Ergebnisse. Am schwierigsten war die Behandlung der Keloide. Tendenziell weniger geeignete Indikationen waren aufgrund der erforderlichen Abtragstiefe: Hamartom, Nävus comedonicus, Angiofibrome, Adenoma sebaceum, und Tätowierungen.

Akut auftretende Komplikationen wurden separat von postoperativen Erscheinungen erfaßt. Intraoperativ war die Blutung (5.3 %) von Relevanz. Häufigste postoperative Erscheinung war das Erythem (14.8 %), in der frühen postoperativen Phase traten daneben Erosionen (2.3 %) und Krusten (3.5 %) auf. Hyperpigmentierungen wurden in 2.5 % aller Fälle gesehen, Narben oder Atrophien in 1.6 % respektive 1.4 % notiert. Hypopigmentierungen waren mit 0.4 % sehr selten. Eine Infektion trat gar nicht auf.

Superfiziell (epidermal) gelegene Hautveränderungen unterschiedlichster Ausprägung lassen sich mit dem Er:YAG-Laser präzise, schnell und schmerzarm abtragen. Bis in die obere Dermis gelingt die selektive, umschriebene Gewebeentfernung unter größtmöglicher Schonung umliegender Strukturen. In tieferen Schichten wird infolge zunehmender Blutung und damit eingeschränkter Sicht der vollständige Abtrag erschwert, so daß Rezidive auftreten können. Die Komplikationsrate ist insgesamt niedrig: abgesehen vom postoperativen Erythem kann es vereinzelt zu Pigmentverschiebungen, feinen Narben oder Atrophien kommen. Das Risiko dafür steigt mit zunehmender Abtragstiefe.

Der Er:YAG-Laser ermöglicht eine sehr hohe Präzision, rein defektbezogenes Arbeiten, sowie eine sichere und einfache Handhabung. Daraus ergibt sich seine Überlegenheit im Vergleich zu alternativen Behandlungsmethoden wie dem CO₂-Laser, der Dermabrasio, der Kürettage oder der Kryotherapie. Unabhängig von der jeweiligen Indikation liegt seine spezielle Eignung aufgrund der sehr schonenden Arbeitsweise im Einsatz an besonders empfindlichen Regionen (Auge, Hals), schwer zugänglichen Bereichen (Axillen), und der Altershaut (Handrücken).

6. Summary

High complication rates of the formerly far-spread cw-(continuous wave)-laser required the development of gentler working devices. Amongst the the newest developments in laser technology is the ablative working Erbium:YAG-laser. Its particular feature is the wavelength of 2940 nm which exactly matches the absorption peak of water. Combined with extremely short pulsation times, a 10-fold higher absorption in skin can be achieved in comparison with the CO₂-laser. Therefore, the Erbium:YAG-laser allows the controlled ablation of very fine skin layers. Due to the fact that with few exceptions most of Erbium:YAG-laser-publications were covering only the use in „skin resurfacing“ (for scar- or wrinkles-treatment), the **aim of this publication** was to define the full indication spectrum of the Erbium:YAG-laser in the clinical every-day-use, and to show its limits as well as potential complications.

Initially, a retrospective registration and validation of all patients who were treated with the Erbium:YAG-laser in the Zentrum Dermatologie und Venerologie (ZDV) of the Johann Wolfgang von Goethe University in Frankfurt am Main from 01.01.1996 until 31.12.1999 was carried out. 478 patients were treated with the Erbium:YAG-Laser. In 364 cases (=76 %) the results could be analysed. 49 individual indications were mainly categorised according to the respective tissue concerned: *purely epidermal*, *epidermal-dermal*, and *purely dermal* skin lesions. Other special groups covered the *conditioning of the woundground* and the use for *scars respectively keloids*. Main criteria were the **indication**, **treatment success** and potential **complications**. Furthermore, information referring to anaesthesia and concerned areas of the body were taken into consideration.

More than half (=53 %) of the patients were treated for purely *epidermal* skin lesions of various kinds (small to large areas, singular to multiple, skin coloured to superficially pigmented). Relevant indications were seborrheic keratosis, virusacanthoma, epidermal nevi, and lentigo. Success quota was between 72 % and 100 %. One third (33 %) of all evaluated patients were treated for various dermal skin diseases. Larger groups were treated for syringoma and xanthelasma, with success quotas of 93 % and 89 % respectively; successfully catered for individual cases were sea urchin spines and osteoma cutis. Smaller groups or individual cases with unusual indications covered the group of *epidermal-dermal* skin diseases and the *conditioning of the woundground*. Both groups showed mainly good therapy results. Within the group of *scars and keloids*, results were varying. Treatment of keloids proved to be the most difficult. Due to the necessary depth of ablation, following indications were less appropriate: hamartoma, naevus comedonicus, angiofibroma, adenoma sebaceum and tattoo.

Complications arising during treatment were gathered separately from postoperative occurrence. The main relevant complication during operation was a bleeding (5.3 %). Prevalent postoperative occurrence consisted in the erythema (14.8 %); in early postoperative phases, erosions (2.3 %) and crusts (3.5 %) were observed. Hyperpigmentation appeared in 2.5 % of all cases, scars or atrophies were noted in 1.6 % respectively 1.4 %. Hypopigmentations were extremely rare with only 0.4 %. Infections did not occur at all.

Superficial (epidermal) skin lesions of the most various kind can be removed with the Erbium-YAG-laser in a precise, fast way with only mild discomfort. Up to the upper dermis, the selective, circumscribed removal of tissue is successful with a maximum protection of surrounding structures. In deeper layers, the increasing bleeding and resulting visual interference complicates the complete removal with the risk of reoccurrence. The overall complication rate is low: except for postoperative erythema, isolated cases of pigment modifications, fine scars or atrophies can occur. This risk is likely to increase with the depth of ablation.

The Er:YAG-laser enables a very high precision, purely defect related treatment as well as safe yet simple handling. This results in its superiority versus the alternative methods such as CO₂-laser, dermabrasion, curettage, or cryotherapy. Due to the very gentle treatment its particular qualification lies – independent from the individual indication – in the application in very sensitive regions (eye, neck), areas with limited accessibility (axilla) and ageing skin (back of the hands).

Literaturverzeichnis

Adrian RM. Pulsed carbon dioxide and erbium-YAG laser resurfacing: a comparative clinical and histological study. *J Cutan Laser Ther* 1999; 1: 29-35

Aguilar G, Majaron B, Karapetian E, Lavernia EJ, Nelson JS. Experimental study of cryogen properties for application in dermatologic laser surgery. *IEEE Trans Biomed Eng* 2003; 50: 868-869

Alster TS, West TB. Ultrapulse CO₂ laser ablation of xanthelasma. *J Am Acad Dermatol* 1996; 34: 848-849

Alster TS, West TB. Treatment of scars: a review. *Ann Plast Surg* 1997; 39: 418-432

Alster TS. Cutaneous resurfacing with CO₂ and Erbium:YAG lasers: preoperative, intraoperative, and postoperative considerations. *Plast Reconstr Surg* 1999a; 103: 619-632, discussion 633-634

Alster TS. Clinical and histological evaluation of six Erbium:YAG lasers for cutaneous resurfacing. *Lasers Surg Med* 1999b; 24: 87-92

Anderson RR, Parrish JA. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science* 1983; 220: 524-527

Arndt KA, Noe JM. Lasers in dermatology. *Arch Dermatol* 1982; 118: 293-295

Bass LS. Erbium:YAG laser skin resurfacing: preliminary clinical evaluation. *Ann Plast Surg* 1998; 40: 328-34

Beier C, Kaufmann R. Efficacy of Erbium:YAG laser ablation in Darier Disease and Hailey-Hailey Disease. *Arch Dermatol* 1999; 135: 423-427

Beier Ch, Lang C, Ochsendorf FR, Kaufmann R. Die Behandlung von Xanthelasmen mit dem Erbium:YAG-Laser. *JDDG (Suppl 1)*: 155, 2003.

Bergmann R. The pathogenesis and clinical significance of xanthelasma palpebrarum. *J Am Acad Dermatol* 1994; 30: 236-42

Bernstein LJ, Kauvar AN, Grossman MC, Geronemus RG. The short- and long-term side effects of carbon dioxide laser resurfacing. *Dermatol Surg* 1997; 23: 519-525

Böer A, Ochsendorf FR, Beier C, Kaufmann R. Effective removal of sea-urchin spines by erbium: YAG laser ablation. *Br J Dermatol* 2001; **145**: 169-170

Bradley DT, Park SS. Scar revision via resurfacing. *Facial Plast Surg* 2001; **17**: 253-262

Borelli C, Kaudewitz P. Xanthelasma palpebrarum: Treatment with the erbium:YAG laser. *Lasers Surg Med* 2001; **29**: 260-264

Bridges WB. Laser oscillation in singly ionized argon in the visible spectrum. *Applied Physics Letters* 1964; **5**: 39

Burge SM. Hailey-Hailey disease: the clinical features, response to treatment and prognosis. *Br J Dermatol* 1992; **126**: 275-282

Burge SM, Garrod DR. An immunohistological study of desmosomes in Darier's disease and Hailey-Hailey disease. *Br J Dermatol* 1991; **124**: 242-251

Burge SM, Wilkinson JD. Darier-White disease: a review of the clinical features in 163 patients. *J Am Acad Dermatol* 1992; **27**: 40-50

Collawn SS. Combination therapy: utilization of CO₂ and erbium:YAG lasers for skin resurfacing. *Ann Plast Surg* 1999; **42**: 21-26

Drnovsek-Olup B, Vedlin B. Use of Er:YAG laser for benign disorders. *Lasers Surg Med* 1997; **21**: 13-19

Eady DJ. Treatment of Xanthelasma by excision with secondary intention healing. *Clin Exp Dermatol* 1996; **21**: 273-275

Einstein A. Zur Quantentheorie der Strahlung. *Physio Z* 1917; **18**: 121-128

Fitzpatrick RE, Ruiz-Esparza J, Goldman MP. The depth of thermal necrosis using the CO₂-Laser: a comparison of the superpulsed and conventional mode. *J Dermatol Surg Oncol* 1991; **17**: 340-344

Fitzpatrick RE, Goldman MP, Ruiz-Esparza J. Clinical advantage of the CO₂ laser superpulsed mode. Treatment of verruca vulgaris seborrheic keratosis, lentigines, and actinic cheilitis. *J Dermatol Surg Oncol* 1994; **20**: 449-456

Fitzpatrick RE, Goldman MP, Satur NM, Tope WD. Pulse carbon dioxide laser resurfacing of photoaged skin. *Arch Dermatol* 1996a; **132**: 395-402

- Fitzpatrick RE, Tope WD, Goldman NM, Satur M. Pulsed carbon dioxide laser, trichloroacetic acid, Baker-Gordon phenol and dermabrasion: a comparative clinical and histological study of cutaneous resurfacing in a porcine model. *Arch Dermatol* 1996b; **132**: 469-471
- Fitzpatrick RE, Rostan EF, Marchell N. Collagen tightening induced by carbon dioxide laser versus erbium:YAG laser. *Lasers Surg Med* 2000; **27**: 395-403
- Fitzpatrick RE, Goldman MP, Sriprachya-Anunt S. Resurfacing of photodamaged skin on the neck with an UltraPulse carbon dioxide laser. *Lasers Surg Med* 2001; **28**: 145-149
- Fleissner J, Rußbild F, Menzel S, Happle R. Dermabrasion eines ausgedehnten kongenitalen Pigmentnävus im späten Säuglingsalter. *Hautarzt* 1993; **34**: 132-134
- Fleming D. Controversies in skin resurfacing: the role of erbium. *J Cutan Laser Ther* 1999; **1**: 15-21
- Gold MH. Dermabrasion in dermatology. *Am J Clin Dermatol* 2003; **4**: 467-471
- Goldberg DJ, Meine JG. Treatment of photoaged neck skin with the pulsed erbium:YAG laser. *Dermatol Surg* 1998; **24**: 619-621
- Goldberg DJ. Lasers for facial rejuvenation. *Am J Clin Dermatol* 2003; **4**: 225-234
- Goldman L, Blaney DJ, Kindel DJ Jr, Franke EK. Effect of the laser beam on the skin : preliminary report. *J Invest Dermatol* 1963; **40**: 121-122
- Goldman L, Wilson RG. Treatment of basal cell epithelioma by laser radiation. *JAMA* 1964; **189**: 773-775
- Goldman MP, Fitzpatrick RE, Manuskiatti W. Laser resurfacing of the neck with the erbium:YAG laser. *Dermatol Surg* 1999; **25**: 164-168
- Goldman MP, Manuskiatti W. Combined laser resurfacing with the 950- μ sec pulsed CO₂ + Er:YAG lasers. *Dermatol Surg* 1999; **25**: 160-163
- Goodman G. Post acne scarring: a review. *J Cosmet Laser Ther* 2003; **5**: 77-95
- Graudenz K, Raulin C. Von Einsteins Quantentheorie zur modernen Lasertherapie. Historie in der Dermatologie und ästhetischen Medizin. *Hautarzt* 2003; **54**: 575-582
- Green HA, Burd E, Nishioka NS, et al. Middermal wound healing: a comparison between dermatomal excision and pulsed carbon dioxide laser ablation. *Arch Dermatol* 1992; **128**: 639-645

- Hale GM, Querry MR. Optical constants of water in 200 nm to 200 μm wavelength region. *Appl Opt* 1973; 12: 555-563
- Hamm H, Metze D, Bröcker EB. Hailey-Hailey Disease. Eradication by dermabrasion. *Arch Dermatol* 1994; 130: 1143-1149
- Hammes S, Greve B, Raulin C. CO₂- und Er:YAG-Laser in der Dermatologie und Ästhetischen Medizin. *Hautarzt* 2002; 53: 447-455
- Hellwig S, Petzoldt D, König K, Raulin C. Aktueller Stand der Lasertherapie in der Dermatologie. *Hautarzt* 1998; 49: 690-704
- Helmbold P, Rompel R, Petres J, Lübbe D, Marsch WCh. Kongenitale melanozytäre Nävi. *Hautarzt* 1999; 50: 779-784
- Hexsel DM, Mazzuco R, Bohn J, Borges J, Gobbato DO. Clinical comparative study between cryotherapy and local dermabrasion for the treatment of solar lentigo on the back of the hands. *Dermatol Surg* 2000; 26: 457-462
- Hibst R, Kaufmann R. Effects of laser parameter on pulsed erbium:YAG laser skin ablation. *Lasers Med Sci* 1991; 6: 391-397
- Hobbs ER, Bailin PL, Wheeland RG, Raatz JL. Superpulsed lasers: minimizing thermal damage with short duration, high irradiance pulses. *J Dermatol Surg Oncol* 1987; 13: 955-964
- Hohenleutner U, Landthaler M. Laser therapy of verrucous epidermal naevi. *Clin Exp Dermatol* 1993; 18: 124-127
- Hohenleutner U, Wlotzke U, Konz B, Landthaler M. Carbon dioxide laser therapy of a widespread epidermal nevus. *Lasers Surg Med* 1995; 16: 288-291
- Hohenleutner U, Hohenleutner S, Bäumlner W, Landthaler M. Fast and effective skin ablation with an Er:YAG laser: determination of ablation rates and thermal damage zones. *Lasers Surg Med* 1997; 20: 242-247
- Hohenleutner S, Hohenleutner U, Bäumlner W, Landthaler M. Laser skin resurfacing. Er:YAG Laser und cw-CO₂ Laser mit Scannersystem im Seitenvergleich. *Hautarzt* 1998; 49: 367-371
- Hruza GJ. Laser treatment of warts and other epidermal and dermal lesions. *Dermatol Clin* 1997; 15: 487-506
- Hruza GJ. Dermabrasion. *Facial Plast Surg Clin North Am* 2001; 9: 267-281

- Isner JM, Clarke RH. The paradox of thermal ablation without thermal injury. *Lasers Med Sci* 1987; **2**: 165-173
- Jasin ME. Achieving superior results with the erbium:YAG laser. *Arch Facial Plast Surg* 2002; **4**: 262-266
- Jeong JT, Kye YC. Resurfacing of pitted facial acne scars with a long-pulsed Er:YAG laser. *Dermatol Surg* 2001; **27**: 107-110
- Jimenez G, Spencer JM. Erbium:YAG laser resurfacing of the hands, arms, and neck. *Dermatol Surg* 1999; **25**: 831-835
- Jordan R, Cummings C, Burls A. Laser resurfacing of the skin for the improvement of facial acne scarring: a systematic review of the evidence. *Br J Dermatol* 2000; **142**: 413-423
- Kaskel S, Hoh H. Erbium:YAG laser vitrectomy. Initial clinical results. *Ophthalmologe* 2001; **98**: 35-40
- Kaufmann R, Hibst R. Pulsed Er:YAG- and 308 nm UV-Excimer laser: an in vitro and in vivo study of skin-ablative effects. *Lasers Surg Med* 1989; **9**: 132-140
- Kaufmann R, Hibst R. Pulsed 2.94- μm erbium - YAG laser skin ablation - experimental results and first clinical application. *Clin Exp Dermatol* 1990; **15**: 389-393
- Kaufmann R, Hartmann A, Hibst R. Cutting and skin-ablative properties of pulsed midinfrared laser surgery. *J Dermatol Surg Oncol* 1994; **20**: 112-118
- Kaufmann R, Hibst R. Pulsed erbium:YAG laser ablation in cutaneous surgery. *Lasers Surg Med* 1996; **19**: 324-330
- Kaufmann R. Laseranwendungen in der Dermatologie. *Fortschr Med* 1998; **116**: 26-32
- Kaufmann R, Greiner D, Kippenberger S, Bernd A. Grafting of in vitro cultured melanocytes onto laser-ablated lesions in vitiligo. *Acta Derm Venereol* 1998; **78**: 136-138
- Kaufmann R. Klassische Dermabrasion versus Laserverfahren. In: Plettenbert A, Meigel WN, Moll I, eds. *Dermatologie an der Schwelle zum neuen Jahrtausend*. Aktueller Stand von Klinik und Forschung. Berlin: Springer, 2000: 669-72
- Kaufmann R. Role of erbium:YAG laser in the treatment of aged skin. *Clin Exp Dermatol* 2001; **26**: 631-636

- Kauvar AN, Geronemus RG. Histology of laser resurfacing. *Dermatol Clin* 1997; **15**: 459-467
- Keck T, Wiebe M, Riechelmann H, Rettinger G. Results after erbium:YAG-laser stapedotomy. *Laryngorhinotologie* 2003; **82**: 157-161
- Kimura Y, Yonaga K, Yokoyama K, Kinoshita J, Ogata Y, Matsumoto K. Root surface temperature increase during Er:YAG laser irradiation of root canals. *J Endod* 2002; **28**: 76-78
- Khatri KA, Ross V, Grevelink JM, Margo CM, Anderson RR. Comparison of erbium:YAG and carbon dioxide lasers in resurfacing of facial rhytids. *Arch Dermatol* 1999; **135**: 391-397
- Kopelman J. Erbium:YAG laser - an improved periorbital resurfacing device. *Semin Ophthalmol* 1998; **13**: 136-141
- Kwon SD, Kye YC. Treatment of scars with a pulsed Er:YAG laser. *J Cutan Laser Ther* 2000; **2**: 27-31
- Kye YC. Resurfacing of pitted facial scars with a pulsed Er:YAG laser. *Dermatol Surg* 1997; **23**: 880-883
- Lapiere K, Ostertag J, Van De Kar T, Krekels G. A neonate with a giant congenital naevus: new treatment option with the erbium:YAG laser. *Br J Plast Surg* 2002; **55**: 440-442
- Lawrence CM. Treatment options for giant congenital naevi. *Clin Exp Dermatol* 2000; **25**: 7-11
- Laws RA, Finley EM, McCollough ML, Grabski WJ. Alabaster skin after carbon dioxide laser resurfacing with histologic correlation. *Dermatol Surg* 1998; **24**: 633-636
- Levy JL, Trelles MA. New operative technique for treatment of xanthelasma palpebrarum: laser-inverted resurfacing: preliminary report. *Ann Plast Surg* 2003; **50**: 339-343
- Lieb WE, Klink T, Munnich S. CO₂ and erbium:YAG laser in eyelid surgery. A comparison. *Ophthalmologie* 2000; **97**: 835-841
- Lodhi A, Huzaira M, Khatri KA. Erbium:YAG laser skin resurfacing: a Pakistani experience. *J Cosmet Laser Ther* 2003; **5**: 43-49
- Mainman TH. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature* 1960; **187**: 493-494
- Manaloto RM, Alster TS. Periorbital rejuvenation: a review of dermatologic treatments. *Dermatol Surg* 1999; **25**: 1-9

Mannino G, Papale A, De Bella F, Mollo R, Morgia P. Use of erbium:YAG laser in the treatment of palpebral xanthelasmas. *Ophthalmic Surg Lasers* 2001; **32**: 129-133

Manuskiatti W, Fitzpatrick RE, Goldman MP. Long-term effectiveness and side effect of carbon dioxide laser resurfacing for photoaged facial skin. *J Am Acad Dermatol* 1999; **25**: 513-516

McDaniel DH, Lord J, Ash K, Newman J. Combined CO₂/erbium:YAG laser resurfacing of perioral rhytides and side-by-side comparison with carbon dioxide laser alone. *Dermatol Surg* 1999; **25**: 285-293

Michel JL. Laser therapy of giant congenital melanocytic nevi. *Eur J Dermatol* 2003; **13**: 57-64

Nanni CA, Alster TS. Complications of carbon dioxide laser resurfacing. An evaluation of 500 patients. *Dermatol Surg* 1998; **24**: 315-320

Ochsendorf FR, Kaufmann R. Erbium:YAG laser-assisted treatment of miliary osteoma cutis. *Br J Dermatol* 1998; **138**: 371-372

Ochsendorf FR, Kaufmann R, Runne U. Erbium:YAG laser ablation of acquired vulval lymphangioma. *Br J Dermatol* 2001; **144**: 442-444

Olbricht SM, Stern RS, Tang SV, Noe JM, Arndt KA. Complications of cutaneous laser surgery. *Arch Dermatol* 1987; **123**: 345-349

Papadavid E, Katsambas A. Lasers for facial rejuvenation: a review. *Int J Dermatol* 2003; **42**: 480-487

Patel CK, McFarlane RA, Faust WL. Selective excitation through vibrational energy transfer and optical maser action in N₂-CO₂. *Physiol Rev* 1964; **13**: 617-619

Perez MI, Bank DE, Silvers D. Skin resurfacing of the face with the erbium:YAG laser. *Dermatol Surg* 1998; **24**: 653-659

Pessaux P, Msika S, Atalla D, Hay JM, Flamant Y; French Association for Surgical Research. Risk factors for postoperative infectious complications in noncolorectal abdominal surgery: a multivariate analysis based on a prospective multicenter study of 4718 Patients. *Arch Surg* 2003; **138**: 314-324

Podda M, Spieth K, Kaufmann R. Er:YAG laser-assisted hair transplantation in cicatricial alopecia. *Dermatol Surg* 2000; **26**: 1010-1014

- Polnikorn N, Goldberg DJ, Suwanchinda A, Ng SW. Erbium:YAG laser resurfacing in asians. *Dermatol Surg* 1998; **24**: 1303-1307
- Rashid T, Hussain I, Haider M, Haroon TS. Laser therapy of freckles and lentigines with quasi-continuous, frequency-doubled, Nd:YAG (532 nm) laser in Fitzpatrick skin type IV: a 24-month follow-up. *J Cosmet Laser Ther* 2002; **4**: 81-85
- Ratner D, Viron A, Puvion-Dutilleul F, Puvion E. Pilot ultrastructural evaluation of human preauricular skin before and after high-energy pulsed carbon dioxide laser treatment. *Arch Dermatol* 1998; **134**: 582-587
- Raulin C, Schoenermark MP, Werner S, Greve B. Xanthelasma palpebrarum: treatment with the ultra-pulsed CO₂ laser. *Lasers Surg Med* 1999; **24**: 122-127
- Reynolds N, Kenealy J, Mercer N. Carbon dioxide laser dermabrasion for giant congenital melanocytic nevi. *Plast Reconstr Surg* 2003; **111**: 2209-2214
- Riedel F, Windberger J, Stein E, Hörmann K. Behandlung periokulärer Hautveränderungen mit dem Erbium:YAG-Laser. *Ophthalmologe* 1998; **95**: 771-775
- Riedel F, Bergler W, Baker-Schreyer A, Stein E, Hörmann K. Kontrollierte Feinstdermablation im Gesichtsbereich mit dem Er:YAG-Laser. *HNO* 1999; **47**: 101-106
- Ross V. Effects of overlap and number of passes in CO₂ laser skin resurfacing. (Abstract) *Lasers Surg Med* 1996; **9(suppl)**: 42
- Ross EV, Barnette DJ, Glatter RD, Grevelink JM. Effects of overlap and pass number in CO₂ laser skin resurfacing: a study of residual thermal damage, cell death, and wound healing. *Lasers Surg Med* 1999; **24**: 103-112
- Ross EV, Naseef GS, McKinlay JR, Barnette DJ, Skrobal M, Grevelink J, Anderson RR. Comparison of carbon dioxide laser, erbium:YAG laser, dermabrasion, and dermatome: a study of thermal damage, wound contraction, and wound healing in a live pig model: implications for skin resurfacing. *J Am Acad Dermatol* 2000; **42**: 92-105
- Runne U, Wolter M, Kaufmann R. Erfolgreiche Behandlung ausgedehnter kongenitaler superfizieller Lymphangiome mit Dermabrasion. In: *Operative Dermatologie Im Kindes- und Jugendalter* (Hohenleutner U, Landthaler M. eds). Berlin: Blackwell 1997: 228-232
- Sawcer D, Lee HR, Lowe NJ. Lasers and adjunctive treatments for facial scars: a review. *J Cutan Laser Ther* 1999; **1**: 77-85

- Schawlow AI, Townes CH. Infrared and optical masers. *Phys Rev* 1958; **112**: 1940-1949
- Sriprachya-Anunt S, Fitzpatrick RE, Goldman MP, Smith SR. Infections complicating pulsed carbon dioxide laser resurfacing for photoaged facial skin. *Dermatol Surg* 1997; **23**: 527-536
- Stulberg DL, Hutchinson AG. Molluscum contagiosum and warts. *Am Fam Physician* 2003; **15**: 1233-1240
- Takac S. The CO₂ laser and verruca vulgaris. *Med Pregl* 2000; **53**: 389-393
- Tanzi EL, Alster TS. Treatment of atrophic facial acne scars with a dual-mode Er:YAG laser. *Dermatol Surg* 2002; **28**: 551-555
- Tanzi EL, Alster TS. Single-pass carbon dioxide versus multiple-pass Er:YAG laser skin resurfacing: a comparison of postoperative wound healing and side-effect rates. *Dermatol Surg* 2003a; **29**: 80-84
- Tanzi EL, Alster TS. Side effects and complications of variable-pulsed erbium:yttrium-aluminium-garnet-laser skin resurfacing: extended experience with 50 patients. *Plast Reconstr Surg* 2003b; **111**: 1524-1529, discussion 1530-1532
- Teikemeier G, Stein E. Kontrollierte Dermabrasion mit einem neuartigen Erbium:YAG-Lasersystem. *Hautarzt* 1996; **47**: 530-532
- Teikemeier G, Goldberg DJ. Skin resurfacing with the erbium:YAG laser. *Dermatol Surg* 1997; **23**: 685-687
- Todd MM, Rallis TM, Gerwels JW, Hata TR. A comparison of 3 lasers and liquid nitrogen in the treatment of solar lentigines: a randomized, controlled, comparative trial. *Arch Dermatol* 2000; **136**: 915-921
- Utley DS, Koch RJ, Egbert BM. Histologic analysis of the thermal effect on epidermal and dermal structures following treatment with the superpulsed CO₂ laser and the erbium:YAG laser: an in vivo study. *Lasers Surg Med* 1999; **24**: 93-102
- Walsh JT Jr, Deutsch TF. Er:YAG laser ablation: measurement of ablation rates. *Lasers Surg Med* 1989; **9**: 327-337
- Walsh JT Jr, Flotte TJ, Deutsch TF. Er:YAG laser ablation of tissue: effect of pulse duration and tissue type on thermal damage. *Lasers Surg Med* 1989; **9**: 314-326

- Walsh JT Jr, Cummings JP. Effect of the dynamic optical properties of water on midinfrared laser ablation. *Lasers Surg Med* 1994; **15**: 295-305
- Wang JI, Roenigk HH Jr. Treatment of multiple facial syringomas with the carbon dioxide (CO₂) laser. *Dermatol Surg* 1999; **25**: 136-139
- Weinstein C. Computerized scanning erbium:YAG laser for skin resurfacing. *Dermatol Surg* 1998; **24**: 83-89
- Weinstein C. Erbium laser resurfacing: current concepts. *Plast Reconstr Surg* 1999; **103**: 602-616, discussion 617-618
- Weiss RA, Harrington AC, Pfau RC, Weiss MA, Marwaha S. Periorbital skin resurfacing using high energy Erbium:YAG laser: results in 50 patients. *Lasers Surg Med* 1999; **24**: 81-86
- Welsh EA, Ikeda S, Peluso AM, et al. Hailey-Hailey disease is not allelic to Darier's disease. *J Invest Dermatol* 1994; **102**: 992-3
- Wigdor H, Abt E, Ashrafi S, Walsh JT Jr. The effect of lasers on dental hard tissues. *J Am Dent Assoc* 1993; **124**: 65-70
- Wollina U, Konrad H, Karamfilov T. Treatment of common warts and actinic keratoses by Er:YAG laser. *J Cutan Laser Ther* 2001; **3**: 63-66
- Woywood K, Kimmig W. Zur Dermabrasion von Aknenarben: Subjektive und objektive Beurteilung von Langzeitergebnissen. *Z Hautkr* 1999; **2**: 80-86

	Kategorie	N.a.	N.a.	N.a.	N.a.	N.b.	N.b.	N.b.	V.	VI.	
		Dermale Nävi	Neuro- fibrome	Adenoma sebaceum	Rhytiden	Xanthe- lasma	Tätö- wierung	Milien	Alopezie	Narben- keloide	"Sonstige"
Kopf und Hals	Auge	-	-	-	-	36	-	5	-	-	2
	Gesicht	1	-	-	-	-	-	-	-	16	3
	Hals	-	1	-	-	-	-	1	-	1	1
	Kapillitium	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kieferwinkel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kinn	4	1	3	-	1	-	-	-	3	-
	Kopf	-	-	-	-	-	-	-	5	-	3
	Mund	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Nase	2	-	2	-	-	-	1	-	-	1
	Nasolabial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Oberlippe	-	-	-	5	-	-	-	-	-	2
	Ohr	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
	Paranasal	-	-	3	-	-	-	-	-	1	-
	Präaurikulär	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Retroaurikulär	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Schleife	1	-	-	-	-	-	1	-	3	1
	Stirn	1	-	-	-	-	1	1	-	2	3
	Untertlippe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Unterkiefer	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	
Wange	6	1	1	-	1	-	1	-	4	1	
Stamm	Abdomen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	"Badehose"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Bauch	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	Brust	-	3	-	-	-	-	-	-	5	3
	Dekolletée	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-
	Flanke	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gesäß	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gluteal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hüfte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Infraumbilical	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Integument	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mamma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rücken	-	3	-	-	-	-	-	-	5	1
	Schulter	-	1	-	-	-	1	-	-	13	2
Stamm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Supraumbilical	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
Extremitäten	Arm	-	3	-	-	-	2	-	-	3	-
	Bein	-	3	-	-	-	-	-	-	-	4
	Ellenbeuge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Ferse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Finger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fuß	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
	Fußrücken	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Hand	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	Handrücken	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Knie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
	Untersarm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wade	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sonderbereiche	Anus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Audita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Genital	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	Labien	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Leiste	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	Mons pubis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Perianal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rima ani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

"Sonstige" = Indikationen mit weniger als 5 Patienten

Tabelle 0 : Gegenüberstellung CO₂- und Er:YAG-Laser

Tabelle 1 : Technische Daten der verwendeten Laser

Tabellen 2 - 8 : Übersicht 1: Indikation und Behandlungsdaten

Tab. 2 Epidermal - hyperplastische Veränderungen

Tab. 3 Epidermale Pigmentveränderungen

Tab. 4 Epidermal - dermale Veränderungen

Tab. 5 Dermale Veränderungen - Gewebeproliferation

Tab. 6 Dermale Veränderungen - Ablagerungen

Tab. 7 Wundgrundkonditionierung

Tab. 8 Narben - Keloide

Tabellen 9 - 15 : Übersicht 2: Ergebnisse und Komplikationen

Tab. 9 Epidermal - hyperplastische Veränderungen

Tab. 10 Epidermale Pigmentveränderungen

Tab. 11 Epidermal - dermale Veränderungen

Tab. 12 Dermale Veränderungen - Gewebeproliferation

Tab. 13 Dermale Veränderungen - Ablagerungen

Tab. 14 Wundgrundkonditionierung

Tab. 15 Narben - Keloide

Tabelle 16 : Zusammenfassung aller Behandlungsergebnisse

Tabelle 17 : Gesamtübersicht aller dokumentierten Komplikationen

Tabelle 18 : Übersicht - Lokalisationen

Tabelle 19 : Übersicht: Zur Wundversorgung verwendete Therapeutika

Tabelle 20 : Beobachtungszeiträume

Graphik 1 : Übersicht: Indikationsgruppe - Anzahl der Patienten

Graphiken 2 - 9 : Übersicht: Indikation - Anzahl der Patienten

Graph. 2 Epidermal - hyperplastische Veränderungen

Graph. 3 Epidermale Pigmentveränderungen

Graph. 4 Epidermal - dermale Veränderungen

Graph. 5 + 6 Dermale Veränderungen - Gewebeproliferation

Graph. 7 Dermale Veränderungen - Ablagerungen

Graph. 8 Wundgrundkonditionierung

Graph. 9 Narben - Keloide

Graphiken 10 - 17 : Übersicht - Ergebnisse

Graph. 10 Epidermal - hyperplastische Veränderungen

Graph. 11 Epidermale Pigmentveränderungen

Graph. 12 Epidermal - dermale Veränderungen

Graph. 13 + 14 Dermale Veränderungen - Gewebeproliferation

Graph. 15 Dermale Veränderungen - Ablagerungen

Graph. 16 Wundgrundkonditionierung

Graph. 17 Narben - Keloide

Graphik 18 : Intraoperative Komplikationen

Graphik 19 : Postoperative Komplikationen

Graphik 20 : Gegenüberstellung früher und später postoperative Komplikationen

Graphik 21 : Prozentualer Anteil verschiedener Körperregionen

Graphik 22 : Anteil "empfindlicher" Lokalisationen

Graphik 23 : Häufigkeit von Komplikationen in Zusammenhang mit verschiedenen Präparategruppen

- Abbildung 1** : Bauprinzip des Lasers
- Abbildung 2** : Mainman's Laser
- Abbildung 3** : Absorptionskurve von Wasser
- Abbildung 4** : Wirkprinzipien von Lasern
- Abbildung 5** : Schema: epidermale Läsion
- Abbildung 6a** : Multiple Verrucae seborrhoicae (vorher)
Abbildung 6b : Acht Wochen nach Er:YAG-Laserbehandlung
- Abbildung 7a** : Verruca seborrhoica im Ohreingang (vorher)
Abbildung 7b : Acht Wochen nach Er:YAG-Laserbehandlung
- Abbildung 8a** : Lentigo solaris (vorher)
Abbildung 8b : Nach Er:YAG-Laserbehandlung
- Abbildung 9a** : Epidermaler Nävus am Nacken (vorher)
Abbildung 9b : Acht Wochen nach Er:YAG-Laserbehandlung
- Abbildung 10a** : Während Er:YAG-Laserbehandlung; teilweiser Abtrag
Abbildung 10b : Während Er:YAG-Laserbehandlung; vollständiger Abtrag
- Abbildung 11** : Schema: epidermal - dermale Läsion
- Abbildung 12a** : Morbus Darier am Hals (vorher)
Abbildung 12b : Nach Er:YAG-Laserbehandlung
- Abbildung 13a** : Histologie Morbus Darier (vorher)
Abbildung 13b : Histologie nach Er:YAG-Laserbehandlung
- Abbildung 14a** : Kongenitaler NZN vor der Behandlung
Abbildung 14b : 10 Tage nach Er:YAG-Laser und Dermabrasio
- Abbildung 15** : Schema: dermale Läsion
- Abbildung 16a** : Xanthelasmen (vorher)
Abbildung 16b : Nach Er:YAG-Laserbehandlung
- Abbildung 17a** : Schema: flache Xanthelasmen
Abbildung 17b : Schema: tiefreichende Xanthelasmen
- Abbildung 18** : Seeigelstacheln - vor, während, nach Er:YAG-Laserbehandlung

ASS	Acetyl-Salicyl-Säure
CO ₂ -Laser	Carbondioxid-Laser
cw	engl. continous wave (Laser) = kontinuierlich strahlend (Laser)
MD	Morbus Darier
Er:YAG-Laser	Erbium: Yttrium Aluminium Granat-Laser
FPDL	engl. Flashlamp-pumped Pulsed Dye Laser = Blitzlampen-gepumpter gepulster Farbstofflaser
MHH	Morbus Hailey-Hailey
Hz	Hertz
i.d.R.	in der Regel
ILVEN	engl. inflammatory linear verrucosus epidermal nevus = entzündlicher linearer verruköser epidermaler Nävus
J	Joule
LA	Lokalanästhetikum
LASER	engl. Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation = Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung
NZN	Nävuszellnävus
OP	Operation
Nd:YAG-Laser	Neodym: Yttrium Aluminium Granat-Laser
TRT	Thermische Relaxationszeit
UV	Ultraviolett
ZDV	Zentrum Dermatologie und Venerologie

Lebenslauf

Persönliche Daten

Christiane Lang
geboren in Leverkusen **23.02.66**
ledig

Schulbildung

Grundschule und Gymnasium in Leverkusen **1972 - 1985**
Abschluß: Abitur

Berufsausbildung und Berufstätigkeit

Ausbildung zur Biologielaborantin mit anschließender
Berufstätigkeit bei der BAYER AG Leverkusen **1985 - 1993**

Hochschulausbildung

Studium der Zahnmedizin an der Johann Wolfgang
Goethe-Universität in Frankfurt am Main **1993 - 1999**

Staatsexamen **18.06.99**

Approbation zur Zahnärztin **13.10.99**

Assistenzzeit

Assistenzzeit in niedergelassener
Praxis in Offenbach/Main **15.10.1999 - 14.10.2001**

Niederlassung

in einer Gemeinschaftspraxis
in Wölfersheim

seit dem 15.10.2001

Promotion

Beginn der Karteikartenauswertung unter
Anleitung von Prof. Dr. Falk Rüdiger
Ochsendorf zu dem Thema:
Erbium:YAG-Laser in der Dermatologie
Eine retrospektive Auswertung der An-
wendungen im klinischen Alltag: Indika-
tionen, Grenzen und mögliche Komplika-
tionen

Oktober 1999

Einreichung der Doktorarbeit

Januar 2004

Frankfurt am Main, den 13.01.2004


Christiane Lang

DANKSAGUNG

Mein besonderer und ausdrücklicher Dank gilt Herrn Prof. Dr. Ochsendorf: nicht allein für die Überlassung des Themas, sondern vor allem für die wirklich engagierte Betreuung. Durch seine Hilfsbereitschaft, mit der er sich Problemen aller Art angenommen hat, der Geduld, mit der er fachliche und andere Unklarheiten aus dem Weg geräumt hat, und nicht zuletzt seiner Gabe, eine angenehme und motivierende Atmosphäre zu schaffen, hat er einen sehr großen Anteil am Gelingen dieser Arbeit.

Bei Herrn Dr. Beier möchte ich mich sehr herzlich für die stete Gesprächsbereitschaft und die Aufmunterungen bei vorhandenen Schwierigkeiten bedanken.

Beiden danke ich sehr dafür, daß sie mir die exzellenten Fotos ihrer Behandlungsfälle zur Verfügung gestellt haben, durch die die Arbeit anschaulicher geworden ist.

In diesem Zusammenhang geht mein Dank ebenso an Herrn Dr. Podda, der durch die Übermittlung zweier Fotos in buchstäblich letzter Minute dafür gesorgt hat, daß diese Arbeit komplett wurde.

Für die freundliche Aufnahme und viele Hilfestellungen bei organisatorischen Fragen möchte ich mich gerne allgemein bei den Mitarbeitern der Polikliniken, des OP-Bereichs, und der Privatambulanzen bedanken, insbesondere bei Frau Heike Fibich und Frau Carmen Stengel, die immer hilfreich beim Auffinden verschollen geglaubter Karteikarten waren.

Ein ganz großes Dankeschön geht an meinen Lebensgefährten Jochen Müller, der mit unzähligen Gefälligkeiten und der konstanten Unterstützung eine enorme Hilfe für mich war.

S c h r i f t l i c h e E r k l ä r u n g

Ich erkläre, daß ich die dem Fachbereich Medizin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Dissertation mit dem Titel

„Der Erbium:YAG-Laser in der Dermatologie

Eine retrospektive Auswertung der Anwendung im klinischen Alltag:

Indikationen, Grenzen und mögliche Komplikationen“

im Zentrum Dermatologie und Venerologie unter Betreuung und Anleitung von Herrn Prof. Dr. Falk Rüdiger Ochsendorf mit der Unterstützung durch Herrn Dr. Christian Beier ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

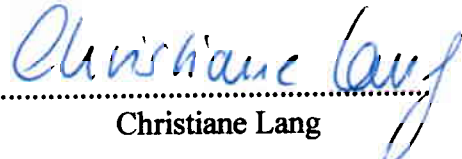
Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Universität ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht.

Die vorliegende Arbeit wurde bisher nicht als Dissertation eingereicht.

Teile der vorliegenden Arbeit wurden in folgenden Publikumsorganen veröffentlicht:

Arch Dermatol 1999; 135: 423-427
Br J Dermatol 2001; 145: 169-170
Br J Dermatol 1998; 138: 371-372
Br J Dermatol 2001; 144: 442-444
Dermatol Surg 2000; 26: 1010-1014
JDDG (Suppl1): 155, 2003

Frankfurt am Main, 13.01.2004


.....
Christiane Lang