

# Analyse kleiner pigmentierter Hautläsionen für die Melanomfrüherkennung

C. Leischner<sup>1</sup>, H. Handels<sup>1</sup>, J. Kreusch<sup>2</sup> und S.J. Pöpl<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Medizinische Informatik, Universität zu Lübeck, 23538 Lübeck

<sup>2</sup>Klinik für Dermatologie, Universität zu Lübeck, 23538 Lübeck

**Zusammenfassung.** Im Rahmen dieses Beitrages werden Bildanalyseverfahren vorgestellt, die für die Charakterisierung kleiner maligner und nicht maligner Hautläsionen entwickelt wurden. Ausgangspunkt der Analyse bilden epilumineszenzmikroskopische Aufnahmen (ELM-Aufnahmen) der Läsionen, in denen sich Eigenschaften und Feinstrukturen der Läsionen detailliert widerspiegeln. Wie durch erste Ergebnisse im Rahmen einer Studie mit 66 Bildbeispielen gezeigt werden konnte, bilden die extrahierten Merkmale quantitative Kenngrößen, die zur Charakterisierung von Struktureigenschaften von kleinen malignen und nicht malignen Hautläsionen und somit für die computergestützte Früherkennung von Melanomen genutzt werden können.

## 1 Einleitung

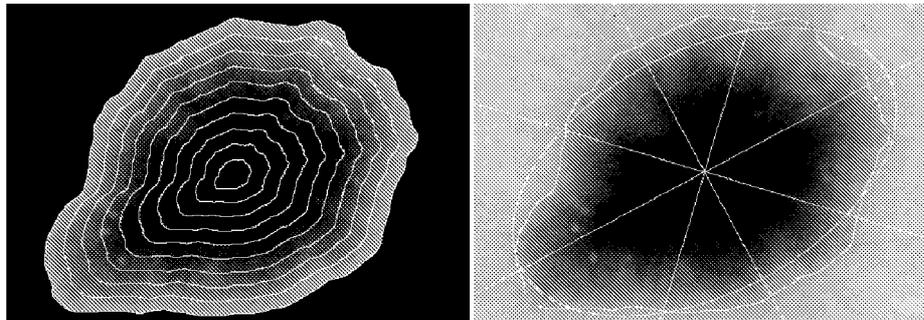
Die Inzidenz von malignen Veränderungen der Haut nimmt weltweit, besonders aber in westlichen Industriegesellschaften, aufgrund multikausaler Faktoren beständig zu. Zur Unterstützung des Arztes bei der Diagnose von Hautkrebs werden zunehmend computerbasierte Archivierungs- und Diagnoseunterstützungssysteme (Computer-Aided-Diagnosis Systeme) eingesetzt, mit denen Hautläsionen digital aufgenommen und automatisch analysiert werden. Für die Prognose des Patienten ist eine möglichst frühzeitige Erkennung und operative Entfernung von Melanomen von entscheidender Bedeutung. Vor diesem Hintergrund kommt der im Mittelpunkt dieses Beitrags stehenden computerunterstützten Analyse und Erkennung von kleinen malignen Hautläsionen besondere praktische Bedeutung zu.

Die im dermatologischen Bereich bislang eingesetzten CAD-Verfahren bewerten Hautläsionen hinsichtlich ihrer Malignität zumeist auf der Basis von Bildmerkmalen, deren Extraktion durch die bewährte dermatologische ABCD-Regel zur Hautkrebserkennung motiviert ist [4], [5], [7], [9]. Im Rahmen jüngerer dermatologischer Forschungsarbeiten [8] hat sich herausgestellt, dass die ABCD-Regel zur Erkennung besonders kleiner maligner Hautläsionen, sogenannter „early melanoma“, nur eingeschränkt geeignet ist, da sich viele der ABCD-Charakteristika erst in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium ausbilden. Für die Erkennung kleiner Melanome, die von der ABCD-Regel stark abweichende Eigenschaften aufweisen, sind bisher keine speziellen computergestützten Verfahren verfügbar. Nachfolgend werden neue Methoden zur computergestützten Analyse kleiner Melanome in ELM-Aufnahmen vorgestellt.

## 2 Methoden

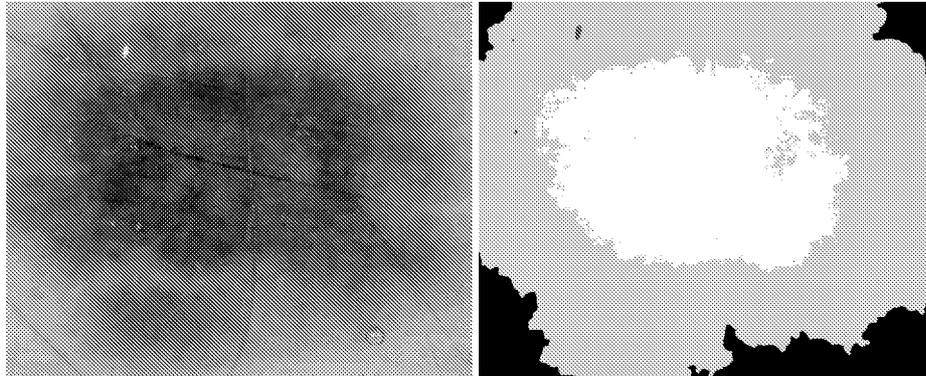
Im Rahmen einer Studie wurden 66 ELM-Aufnahmen kleiner maligner und nicht maligner Hautläsionen untersucht. Mithilfe speziell abgestimmter Bildanalyseverfahren wurden 20 Bildmerkmale zur Charakterisierung der Pigmentierung (4), des Grau-Blau-Weiß-Schleiers (1) sowie der Netz- (7) und der Globulistruktur (8) aus den digitalisierten ELM-Aufnahmen extrahiert. Gemäß ihrer Oberflächenbeschaffenheit wurden die kleinen Hautläsionen durch einen erfahrenen Dermatologen in die drei Strukturklassen „diffus homogen“, „Netzstruktur“ und „Globulistruktur“ eingeteilt. Bei Hautläsionen aller drei Strukturklassen wurden Bildmerkmale zur Charakterisierung der Läsionspigmentierung und zur Erkennung eines Grau-Blau-Weiß-Schleiers extrahiert.

Zur Gewinnung der Merkmale zur Beschreibung der Pigmentierungseigenschaften wird das diskrete V-Kanal Bild der Hautläsion analysiert. Für die Beschreibung des Farbverlaufs der Läsionspigmentierung wird die Konturlinie der segmentierten Läsion beginnend bei 100% stufenweise um 10% verkleinert (Abb. 1 links). Dann wird das Bild der Hautläsion entlang der skalierten Konturlinien durchlaufen und für jede Konturlinie der mittlere Grauwert der auf ihr liegenden Bildpunkte ermittelt. Durch Errechnung der Ausgleichsgeraden durch die ermittelten Mittelwerte kann eine Maßzahl zur Beschreibung des Farbverlaufs gewonnen werden. Ferner werden drei Symmetrie-Merkmale gewonnen. Dazu wird das Bild der Hautläsion ausgehend vom ihrem Zentrum auf insgesamt acht Linien nach Außen durchlaufen. Diese Linien sind an der Hauptachsenlage der Hautläsion orientiert und verlaufen in acht Himmelsrichtungen (Abb. 1 rechts). Aus den Grauwertverläufen der Bildpunkte unter den acht Linien werden verschiedene statistische Kenngrößen abgeleitet und miteinander in Beziehung gesetzt.



**Abb. 1.** V-Kanal Bild eines Nävus mit ausgeprägt symmetrischem Farbverlauf, links zu sehen mit schrittweise verkleinerten Konturlinien, rechts mit Linien vom Zentrum nach Außen.

**Abb. 2.** Links: Bild einer Hautläsion mit stark ausgeprägtem Grau-Blau-Weiß-Schleier. Rechts: Segmentierung des Grau-Blau-Weiß-Schleiers durch Maximum-Likelihood Klassifikation



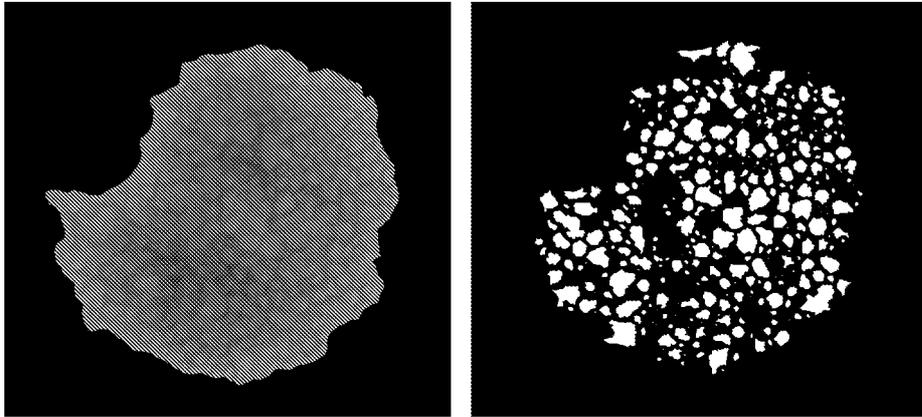
Zur Beschreibung der Ausprägung eines Grau-Blau-Weiß-Schleiers über der zu analysierenden Hautläsion wird der Grau-Blau-Weiß-Schleier durch eine Maximum-Likelihood-Klassifikation auf dem RGB-Bild der Hautläsion segmentiert und anschließend der relative Anteil des Schleiers an der Läsionsfläche ermittelt (Abb. 2).

Bei der Analyse von Bildern von kleinen, pigmentierten Hautläsionen der Klassen „Netzstruktur“ und „Globulistruktur“ werden - zusätzlich zu den eben genannten bildanalytischen Methoden - Verfahren angewandt, die zu Bildmerkmalen führen, die die Verteilung von Netzmaschen beziehungsweise von Globuli über die Läsionsfläche charakterisieren. Dazu werden die gesuchten Strukturen (Netzmaschen beziehungsweise Globuli) zunächst segmentiert (Abb. 3). Vorbereitend dazu wird für jeden Bildpunkt des Hautläsionsbildes der Pearson-Korrelationskoeffizient zwischen seiner lokalen Grauwertumgebung und bestimmten Templates für die jeweils zu segmentierende Struktur gebildet. Auf dem resultierenden Korrelations-Grauwertbild wird zur eigentlichen Segmentierung eine markerbasierte Watershed-Transformation durchgeführt [2]. Die dafür notwendigen Markerkomponenten werden durch ein Thresholding-Verfahren aus dem Korrelations-Grauwertbild gewonnen. Schließlich werden aus dem so entstandenen Binärbild der segmentierten Netzmaschen diverse statistische Merkmale zur Verteilung der segmentierten Netzmaschen beziehungsweise Globuli abgeleitet.

### 3 Ergebnisse

Die entwickelten Bildanalyseverfahren wurden auf einen Testdatensatz von 66 kleinen, pigmentierten Hautläsionen angewandt, die zuvor durch einen Dermatologen in die Klassen „maligne“ und „nicht maligne“ klassifiziert wurden (Tab. 1). Der mittlere Durchmesser der Hautläsionen des Testdatensatzes betrug  $3,23\text{mm}$ .

**Abb. 3.** Links: V-Kanal Bild eines Nävus mit ausgeprägter Netzstruktur. Rechts: Segmentierung der Netzmaschen



Für die Hautläsionen jeder Strukturklasse wurden die beschriebenen Bildmerkmale extrahiert. Die Diskriminierungsfähigkeit der extrahierten Bildmerkmale wurde mithilfe der linearen Diskriminanzanalyse nach Fisher [3] untersucht. Es konnte dann gezeigt werden, dass sich auf der Basis dieser Merkmale für jede der drei Hautläsions-Strukturklassen eine lineare Diskriminanzfunktion finden lässt, durch die maligne und nicht maligne Hautläsionen des Testdatensatzes, die der jeweiligen Strukturklasse angehören, vollständig korrekt separiert werden.

**Tabelle 1.** Zusammensetzung des Testdatensatzes.

Klasse	diffus homogen	Netzstruktur	Globulistruktur	gesamt
maligne	5	2	4	11
nicht maligne	10	23	22	55

## 4 Diskussion und Schlußfolgerungen

Das verwendete Segmentierungsverfahren erwies sich subjektiv als robust bezüglich der Segmentierung der gesuchten Strukturen, auch wenn deren Kanten nur teilweise geschlossen waren (diskrete Netzstrukturen). Die Existenz einer vollständig korrekt separierenden linearen Diskriminanzfunktion für jede Hautläsions-Strukturklasse illustriert die Eignung der extrahierten Merkmale für die computergestützte Erkennung kleiner Melanome. In Zukunft ist eine

Überprüfung der Merkmale anhand eines vergrößerten Bilddatensatzes notwendig. Darüber hinaus ist zu untersuchen, welche Merkmale beziehungsweise welche Merkmalskombinationen für die optimierte Klassifikation und Erkennung kleiner Melanome am geeignetsten sind. In der klinischen Praxis kann eine Einteilung in die Strukturklassen „diffus-homogen“, „Netzstruktur“ und „Globulstruktur“ zwar leicht vom Dermatologen durchgeführt werden, jedoch ist es für eine weitgehend automatisierte Melanomerkennung sinnvoll, eine computergestützte Erkennung der Hautläsions-Strukturklasse zu ergänzen.

## Literaturverzeichnis

1. G. Argenziano, G. Fabroccini, P. Carli, et al.: Epiluminescence Microscopy for the Diagnosis of Doubtful Melanocytic Skin Lesions: Comparison of the ABCD Rule of Dermatoscopy and a New 7-Point Checklist Based on Pattern Analysis. *Arch Dermatol.* 134: 1563–1570, 1998.
2. S. Beucher: The Watershed Transformation Applied to Image Segmentation. School of Mines, Paris, France, 1995.
3. L. Fahrmeier, A. Hamerle: Multivariate statistische Verfahren. de Gruyter, Berlin, 1984.
4. J.E. Golston, W.V. Stoecker, R.H. Moss, I.P.S. Dhillon: Automatic Detection of Irregular Borders in Melanoma and Other Skin Tumors. *Computerized Medical Imaging and Graphics* 16(3): 163-177, 1992.
5. A. Green, N. Martin, J. Pfitzner, M. O'Rourke, N. Knight: Computer Image Analysis in the Diagnosis of Melanoma. *J Am Acad Dermatol.* 31(6): 958–964, 1994.
6. H. Handels: Medizinische Bildverarbeitung. Teubner, Stuttgart, 2000.
7. A. Horsch, W. Stolz, A. Neiss, W. Abmayr, R. Pompl, A. Bernklau, W. Bunk, D. R. Dersch, A. Gläfl, R. Schiffner, G. Morfill: Improving Early Recognition of Malignant Melanomas by Digital Image Analysis in Dermatoscopy. *Stud. Health Technol. Inform.*, 43: 531–535, 1997.
8. M.A. Pizzichetta, R. Talamini, D. Piccolo, et al.: The ABCD Rule of Dermatoscopy Does Not Apply to Small Melanocytic Skin Lesions. *Arch Dermatol.* 137: 1361–1363, 2001.
9. R. Pompl, W. Bunk, A. Horsch, W. Stolz, W. Abmayr, A. Gläfl, G. Morfill: MEL-DOQ: Ein System zur Unterstützung der Früherkennung des malignen Melanoms durch digitale Bildverarbeitung, in: Horsch, A., Lehmann, T. (Hrsg.). *BVM 2000*, 234–238, 2000.
10. A.J. Sober, J.M. Burstein: Computerized Digital Image Analysis: An Aid for Melanoma Diagnosis-Preliminary Investigations and Brief Review. *Journal of Dermatology* 21(11): 885–890, 1994.