

# 3D-Navigation und Bildverarbeitung in der medizinischen Endoskopie

Prof. Dr. Wolfgang Konen  
[wolfgang.konen@fh-koeln.de](mailto:wolfgang.konen@fh-koeln.de)  
Tel. 02261/8196-275

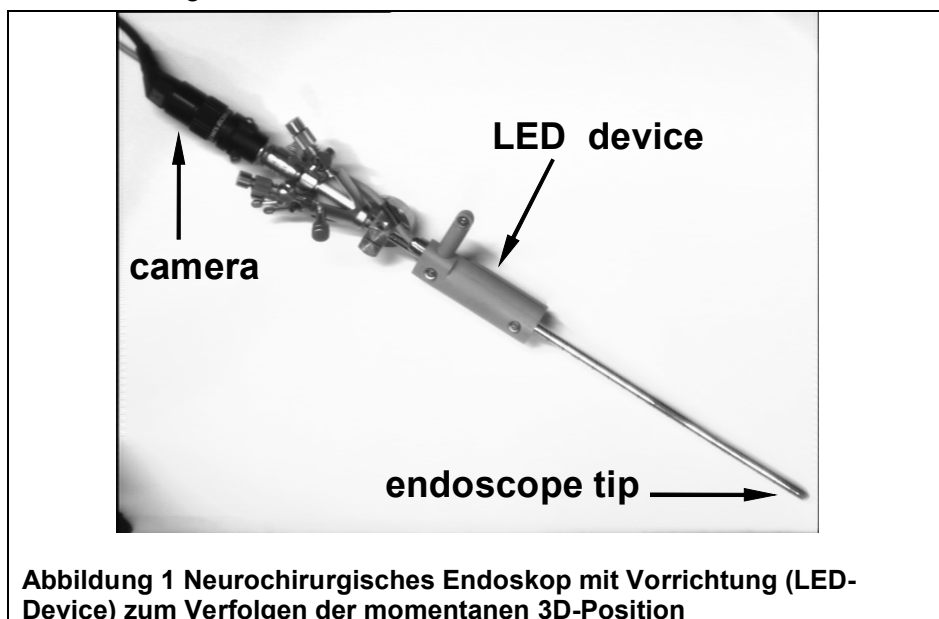
## Zielsetzung

Bei endoskopischen Operationen in der Neurochirurgie können bildverarbeitende Methoden dem Operateur eine große Hilfe bieten. Es ist zum Beispiel für den Chirurg interessant, metrisch genaue Informationen zu Lage und Größe von anatomischen Strukturen im endoskopischen Gesichtsfeld zu erhalten. Eine andere Fragestellung berührt die Thematik des zeitweisen Bildverlustes aufgrund von Blutungen. Um gezielt blutstillende Maßnahmen einleiten zu können, ist es oft erforderlich, dass positionsgenau Bilder, die zuvor aufgenommen wurden, eingespielt werden können.

Alle diese Maßnahmen erfordern, dass zwischen Kamerabild und tatsächlicher Lage der Kamera im Raum eine genaue 3D-Korrespondenz aufgestellt werden kann. Dies macht eine hochpräzise und gleichzeitig robuste Kamerakalibrierung notwendig, denn das Gesichtsfeld des Endoskops umfasst nur wenige Millimeter. In Kooperation mit der Neurochirurgischen Klinik der Ruhr-Universität Bochum, Priv.-Doz. Dr. Martin Scholz, haben wir Verfahren hierfür entwickelt.

## 3D-Vermessung

In der Medizintechnik gehört das räumliche Verfolgen (Tracking) von OP-Geräten mittlerweile zum Standard. Abbildung 1 zeigt ein Endoskop, das mit geeigneter Vorrichtung ausgestattet ist, um im Operationssaal auf ca. 1 mm genau räumlich lokalisiert zu werden. Die Herausforderung besteht nun darin, die bekannte Lage des Endoskops in genaue Übereinstimmung damit zu bringen, was die Endoskopkamera gerade sieht. Hierzu ist eine genaue Kamerakalibrierung, die auch die erhebliche Verzeichnung des endoskopischen Abbildungssystems korrigiert, Voraussetzung.



Basierend auf früheren Arbeiten [3][4] konnten wir im Berichtszeitraum 2006 die Verfahren weiter verfeinern und ein neues Verfahren zur 3D-Registrierung entwickeln [1]. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass bisherige iterative Methoden, die bei rauschbehafteten Daten häufig nicht zu einer brauchbaren Lösung führen, durch ein direktes Verfahren aus der Linearen Algebra ersetzt werden können, welches in nahezu 100% aller Fälle zum optimalen

Ergebnis führt. Methoden der Bildverarbeitung (Block Matching, Kreuzkorrelation) erlauben das Verfolgen (Tracking) anatomischer Strukturen bei bewegtem Endoskop und somit die 3D-Tiefenbestimmung

Das Verfahren und aus ihm sich ergebende Anwendungsmöglichkeiten in der Endoskopie:

- Vermessung von 3D-Punkten und 3D-Abständen, z.B. Tumorgröße
- Erfassung der 3D-Struktur von Gewebegrenzflächen
- "Virtual Map", virtuelle Trainingsumgebung
- Unterstützung aktiver Blutstillungsmaßnahmen
- Bildmosaik zur besseren Gesamtübersicht [5][6]

führte zu einem Patent [2], welches im Berichtszeitraum 2006 erteilt wurde.

## Anwendungsbeispiel Blutstillung

Als Beispiel für eine Anwendung der 3D-Navigation zeigen wir in Abbildung 2 die bildbasierte Unterstützung einer Blutstillungsmaßnahme. Kommt es zu einer Blutung und damit einhergehendem Bildverlust, so existieren vorherige Bilder im Bildspeicher, die aufgrund der 3D-Registrierung als Ersatz zum Realbild eingespielt werden können (in der Abbildung absichtlich als Grauwertbild, um dem Operateur die Nicht-Live-Natur des Bildes zu signalisieren). Wurde die potentielle Blutungsquelle zuvor markiert oder bei Blutungsbeginn detektiert (blaue Landmarke), so kann eine aktive Blutstillung wie folgt eingeleitet werden: Der Operateur bringt durch geeignete Endoskopbewegung die blaue und die braune Landmarke zur Deckung und kann sodann mit einer Koagulationsfaser (die am Ort der braunen Landmarke ihre Wirkung entfaltet) eine blutstillende Koagulation auslösen.

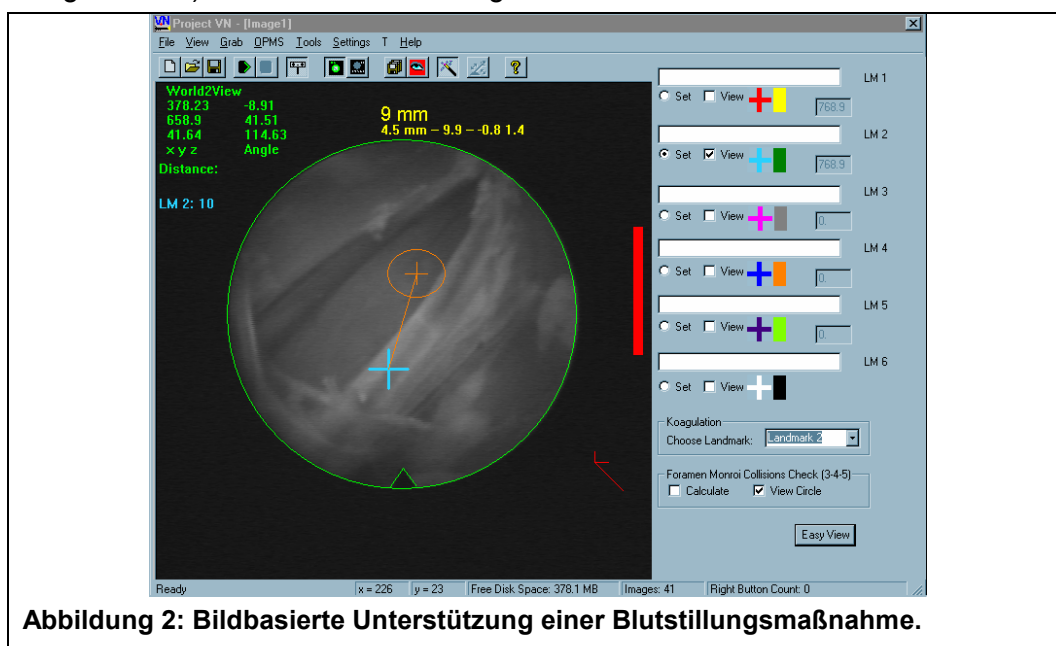


Abbildung 2: Bildbasierte Unterstützung einer Blutstillungsmaßnahme.

## Literatur

- [1] W. Konen, M. Scholz, S. Tombrock: [Robust registration procedures for endoscopic imaging](#), Medical Image Analysis, Volume 11, Issue 6, pp. 526-539, December 2007.
- [2] W. Konen, M. Scholz, S. Tombrock: *Verfahren zur endoskopischen Navigation und zur Eichung von Endoskopsystemen sowie System*, Deutsches Patent 10 2005 012 295, erteilt am 11.09.2006.
- [3] W. Konen, M. Scholz, S. Tombrock :*The VN-project: Endoscopic image processing for neurosurgery*. Computer Aided Surgery **2**, 6, 1998.
- [4] M. Scholz, S. Tombrock, W. Konen, B. Fricke et al.: *Application of a newly developed visual navigation system in humans – first results*. Minimal Invasive Neurosurgery, **48**, 1-6, 2005.
- [5] W. Konen, B. Breiderhoff, M. Naderi: *Image Mosaicing in der medizinischen Endoskopie*, Forschungsbericht 2007 der FH Köln.
- [6] W. Konen, M. Naderi, M. Scholz, [Endoscopic image mosaics for real-time color video sequences](#), in: H.U. Lemke (ed.), *Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS2007, Berlin)*, Elsevier, Amsterdam, 2007.