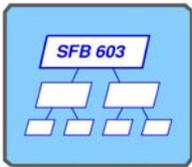


# ***Bewegungsanalyse für fiberskopische Superposition***

**Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik,  
Biometrie und Epidemiologie (GMDS)**  
10.-14. September 2006

**Christian Winter**  
winter@like.e-technik.uni-erlangen.de

Weitere Autoren: S. Rupp, T. Wittenberg



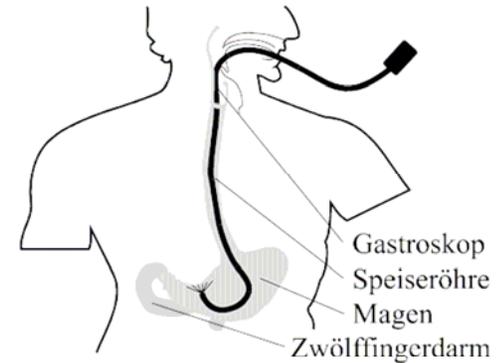
# Übersicht

- **Einführung, Motivation, Stand der Technik**  
Bewegungsanalyse für fiberskopische Superposition
- **Methoden**
- **Experimente und Auswertung**
- **Zusammenfassung, Ausblick**

- Fiberskop:  
Optisches Abbildungsgerät mit flexiblem Bild- und Beleuchtungskanal
- Beleuchtung und Besichtigung von Körperhöhlen bzw. Hohlorganen
- Einsatz:
  - medizinischen Diagnostik
  - Behandlung
  - Forschung

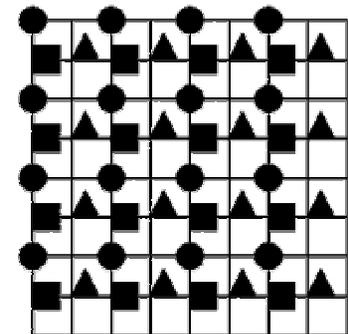
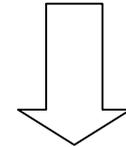
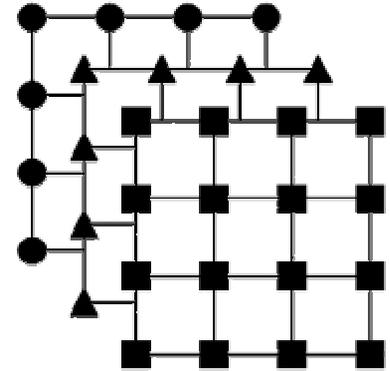


[www.schoelly.de](http://www.schoelly.de)



- Verfahren zur Steigerung der Bildauflösung (*Super Resolution*)
- Überlagerung nichtredundanter Information zwischen mehreren verschobenen Bildern einer Sequenz zur Erhöhung der Detaildichte
- Ähnliches Verhalten des menschlichen Auges beim Endoskopieren (kleine Seitwärtsbewegungen, für detailreicheren Eindruck)

Niedrige Auflösung



Hohe Auflösung

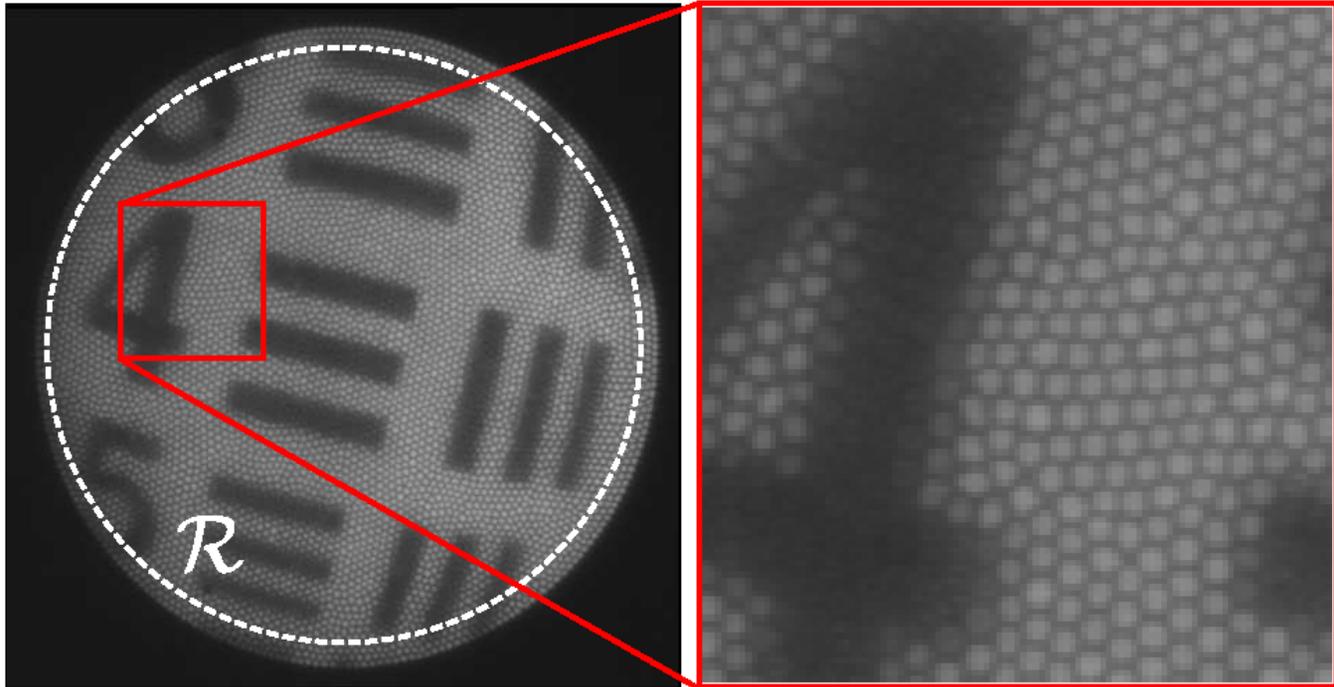


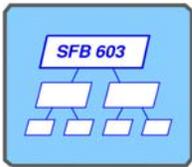
# Bewegungsanalyse für fiberskopische Superposition

- Bedeutung der Bewegungsdetektion
- Farsiu, 2004, *Advances and Challenges in Super-Resolution*
  - „the performance of **motion estimation is of paramount importance** to the performance of Super-Resolution.“
  - „difficulties in estimation motion represent the **limiting factor in practical Super-Resolution**.“
  - „incorrect estimates of motion have disastrous implications on overall Super-Resolution performance [...]“
- Russell, 1997, *Joint MAP registration and high-resolution image estimation using a sequence of undersampled images*
  - „**The key** to exploiting these multiple frames **is accurate knowledge of the subpixel registration** parameters for each frame. If the images are severely undersampled, we have found that traditional motion estimation techniques [...] may not provide **the desired subpixel accuracy**.“
- Lertrattanapanich, 2002, *High Resolution Image Formation From Low Resolution Frames Using Delaunay Triangulation*
  - „The **motion parameters** (projective model) of each frame with respect to a chosen reference **are assumed to be known** [...]“
- Annahme / Voraussetzung:  
Bekanntes Bewegungsmodell bzw. Bewegungsvektoren

# Methoden: Der Hintergrund

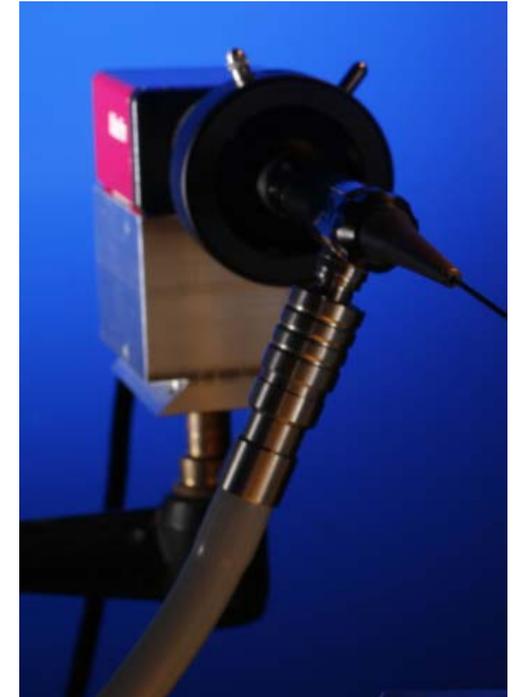
- Aufbau des Bildleiters aus feinen kohärenten Glasfasern (3k – 15k)
- „Detailanreicherung“ durch Superposition statt reiner Interpolation zwischen den Faserzentren





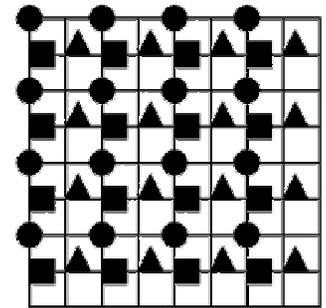
# Methoden: Superposition I

1. Bildgebung  
Szene – distale Optik –  
flex. Bildleiter – Industriekamera
2. Wabenreduktion (statisch)  
Spektral oder im Ortsbereich
- 3. Bewegungsdetektion**  
Tracking von Merkmalen  
zwischen Bildern bezüglich Basisbild
4. Superposition
5. Nachbearbeitung



# Methoden: Superposition II

1. Bildgebung
2. Wabenreduktion (statisch)
3. Bewegungsdetektion
4. Superposition  
Basis-Gitter mit Stützstellen –  
Erweiterung durch Intensitäten an  
bewegungskompensierten Merkmalsorten
5. Nachbearbeitung  
Kartesische Abtastung (Interpolation)

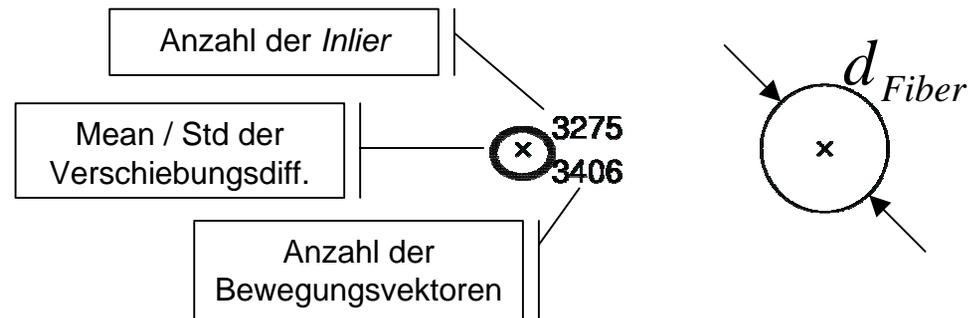


# Methoden: Evaluierung

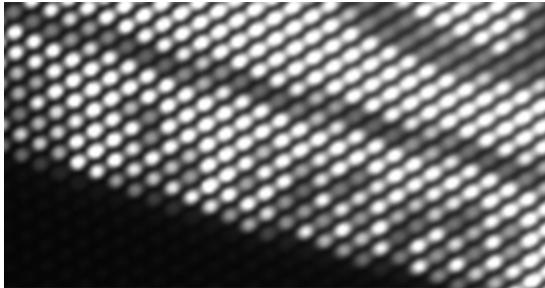
- Systematische Evaluierung der unter 3. eingesetzten Verfahren
- Simulation der Schritte 1. und 2. durch Abbildungsmodell  
Szene – Wabenartige Abbildung – Eliminierung der Wabenstruktur
- Einsatz von Tracking-Verfahren  
liefert Ist-Bewegungen  $\vec{m}_{i,Ist}$  zu definierten Soll-Bewegungen  $\vec{m}_{i,Soll}$

- Informationsgewinn, falls  $\left| \vec{m}_{i,Soll} - \vec{m}_{i,Ist} \right| < \frac{d_{Fiber}}{2}$

- Visualisierung als Diagramm mit Verschiebungsstatistik



- Superposition zur Verbesserung „erkennbaren“ Inhalts



Reale Glasfaserabbildung



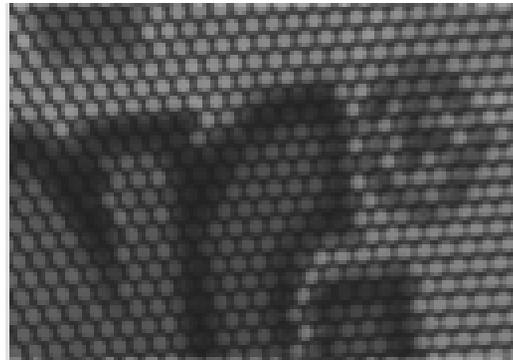
Statische Interpolation



Superposition (15 Bilder)

# Experimente II

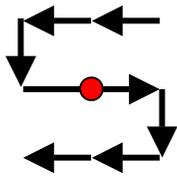
- Synthetische Abbildung – meanderförmige Verschiebung



Simulierte Glasfaserabbildung



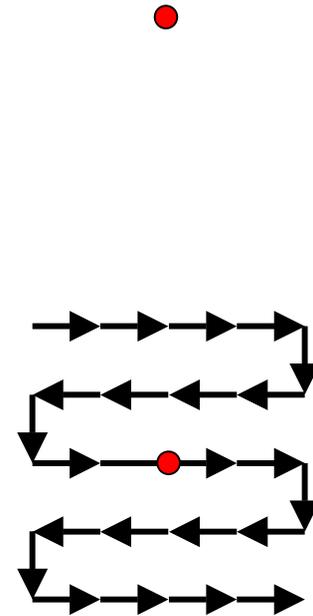
Statische Interpolation



Superposition (8 Bilder)

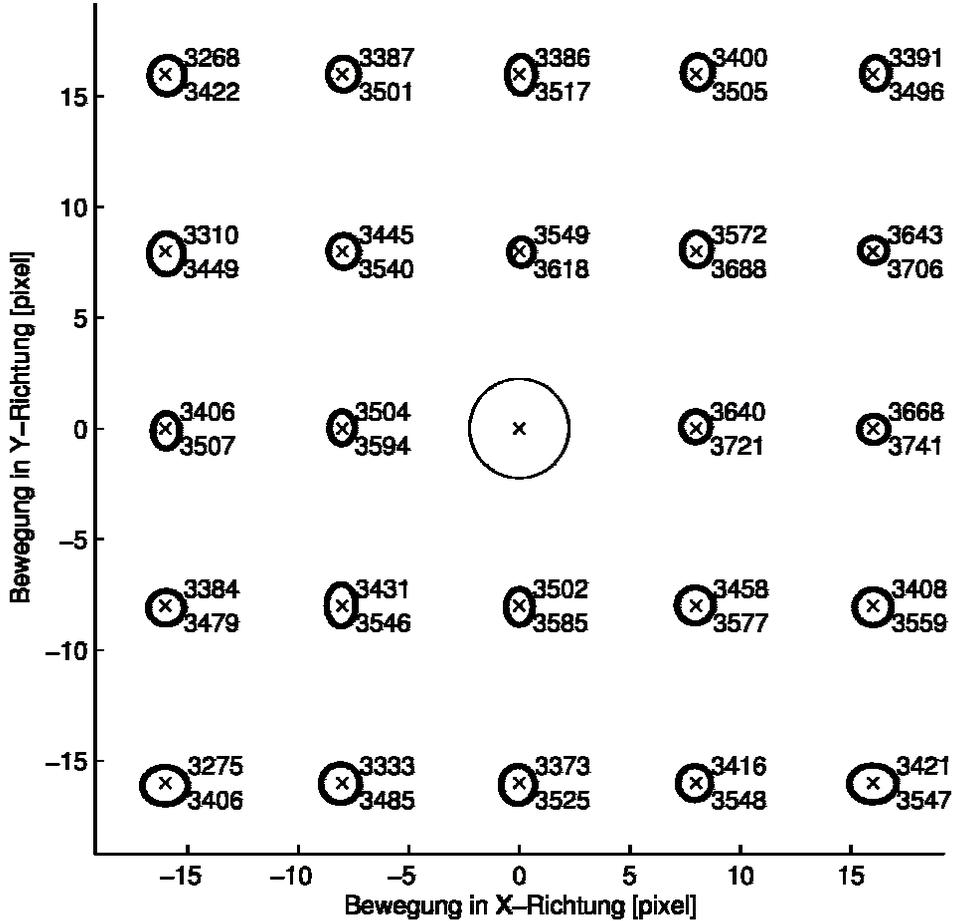


Superposition (24 Bilder)



# Auswertung (Visualisierung)

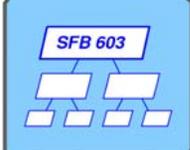
- Tracking Algorithmus: KLT
- Triviales Bewegungsmodell  
=> jede Bewegungshäufung entspricht einem Bild
- $N_{\text{Merkmale}} = 5000$   
Vorselektion von Merkmalen wegen Apertur
- Informationstheoretisch gewinnbringende Merkmale: 96,8%





# Zusammenfassung und Diskussion

- Praktische Umsetzung eines Verfahren zur Super Resolution
- Evaluierung der „kritischen Stelle“
- Quantitativer und visueller Nachweis der prinzipiellen Anwendbarkeit
- Weitere Schritte:
  - Beschleunigung der Algorithmik
  - Vergleich weiterer Bewegungsdetektoren
  - Untersuchung verschiedener Einflussgrößen, wie z.B. Texturen
- Neue interessante Anwendungsgebiete, die wegen ihrer hohen Anforderung an die Auflösung bislang starren Endoskopen vorenthalten war
- Interessanter Mehrwert für bestehende faseroptische Systeme



**Vielen Dank für Ihr Interesse**

