



# IMAGE STITCHING

Merkmalspaarung anhand von skaleninvarianter  
Merkmalstransformation (SIFT)

# Was ist Image Stitching ?

- Unterbereich der Computervision
- Image Stitching ist ein englischer Begriff. 'Image' bedeutet Bild und 'Stitching' bedeutet Nähen oder Heften
- Mehrere Fotoaufnahmen werden zu einem Panoramabild zusammengefügt
- Einzelaufnahmen überlappen sich in Teilbereichen
- Hohe Qualität definiert sich anhand folgender Kriterien:
  - Nahtlosigkeit
  - Fehlerlosigkeit



ANWENDUNGSBEREICHE



# Autonomes Fahren

- Oft werden Aufnahmen von mehreren Kameras bzw. Sensoren gleichzeitig gemacht
- Zur besseren Auswertung können die Teilbilder zu einem Gesamtbild zusammengefasst werden

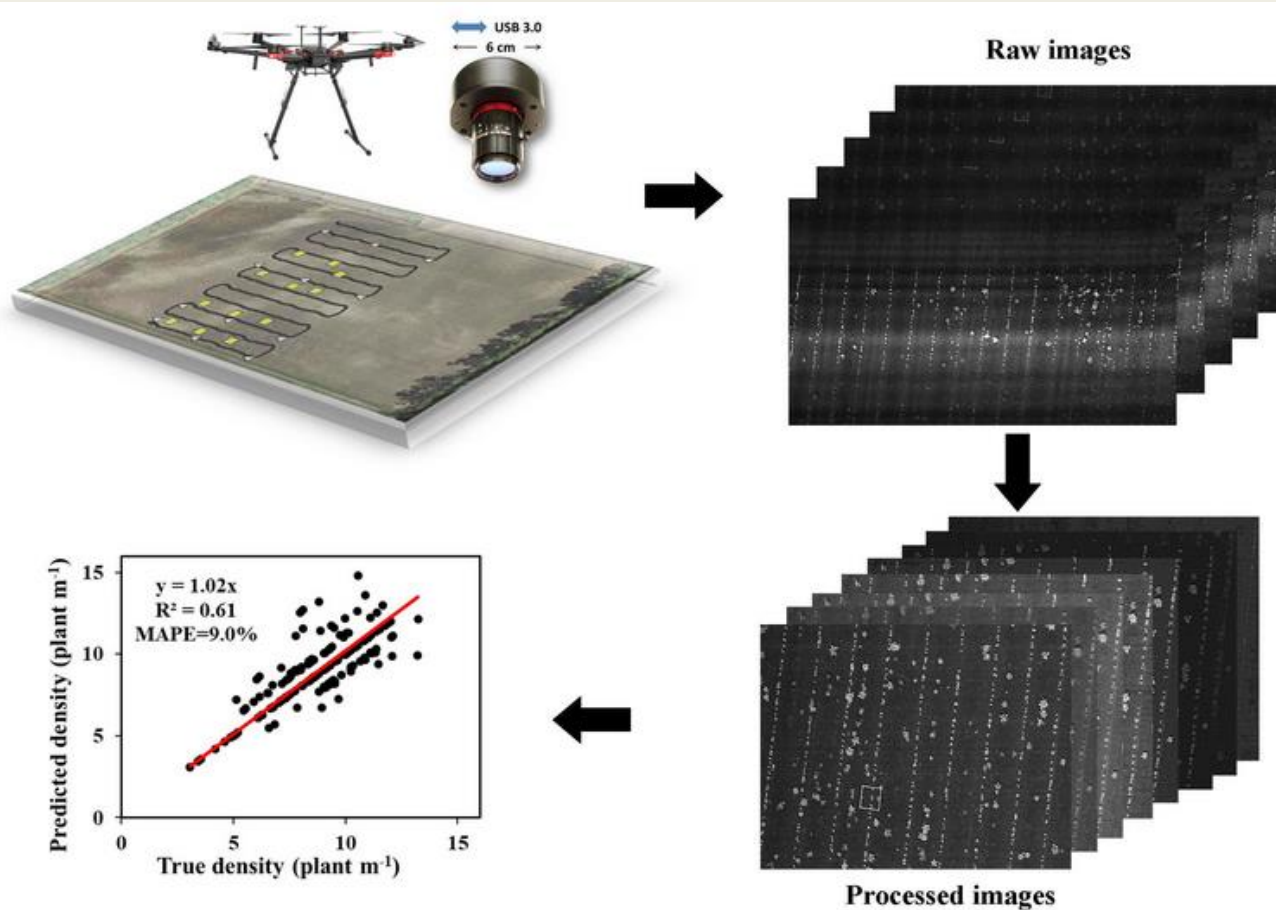


Abbildung 1: Überwachung von Baumwollfeldern

ÜBERWACHUNG  
VON  
ANBAUFELDERN

# Weitere Anwendungsbereiche

- Karten, Satellitenbilder sowie Mikroskopaufnahmen
- Bildgebendes Verfahren (Medizin)
- Dokumentmosaikierung
- Komprimierung von Videodateien durch Videomosaikierung
- Bildstabilisierung
- Erstellung von 360° Panoramas
- Virtual Reality



# TECHNISCHE UMSETZUNG



# Hauptschritte

## Kalibrierung

- Ungenauigkeiten bedingt durch Makel am Aufnahmegerät werden geglättet
- Beinhaltet das Beseitigen von Verzerrungen und Lichtreflexen

## Registrierung

- Fotos werden möglichst deckend übereinander gelegt
- Gegebenenfalls werden Transformationen wie Rotation, Skalierung oder Verzerrung durchgeführt

## Mischung

- Durch aneinanderheften entstandene Nahtstellen werden geglättet
- Unterschiede in der Bildqualität werden abgeglichen. Dazu gehören z.B. Helligkeit und Farbsättigung.



# Verschiedene Image Stitching Techniken

## Direkte Technik

- Vergleicht die Intensität sich überlappender Pixel.
- Summe des Betrags all dieser Abstände soll minimiert werden, denn eine kleine Summe ist gleichbedeutend mit geringer Unterschiedlichkeit.

### Nachteile:

Lange Laufzeit und unflexibel!

## Merkmalsbasierte Technik

- In der merkmalsbasierten Technik extrahiert ein Merkmalsdetektor Metadaten aus dem Bild.
- Erkannte Schlüsselpunkte werden zu Objekten zusammengefügt. Es wird nach korrelierenden Merkmalen in einem Bildpaar gesucht.

### Beispiele:

SIFT, SURF



# IMAGE STITCHING MODELL

# BILDERFASSUNG



# Merkmalerkennung und -paarung

- Merkmale in den einzelnen Bildern werden erkannt
- Korrelierende Punkte in überlappenden Bereichen werden gepaart
- Je nach Technik:  
Unabhängigkeit von Translation, Rotation,  
Skalierung, Bildrauschen

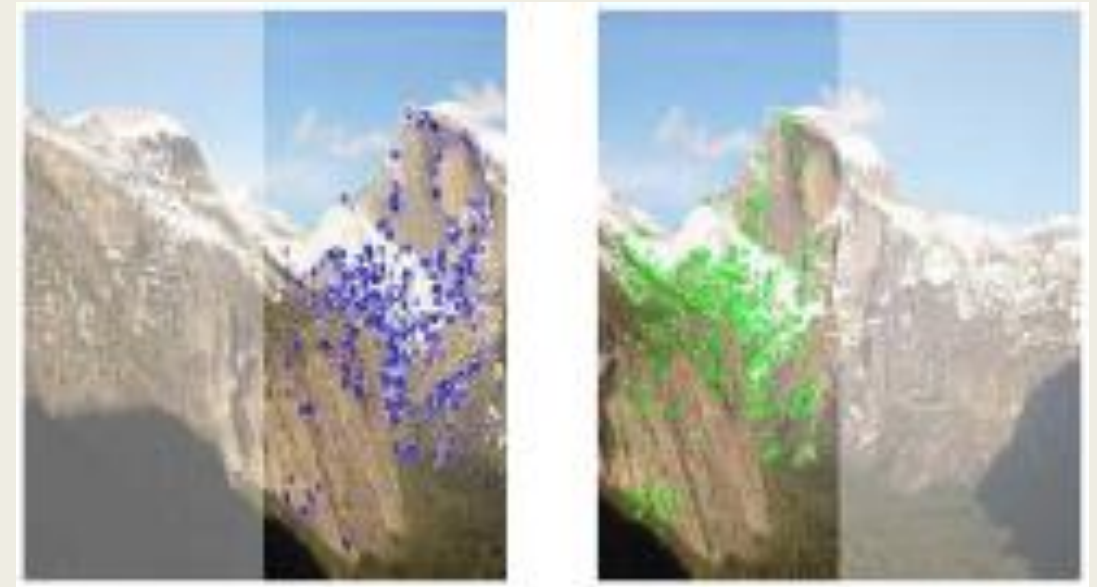


Abbildung 2: Merkmalsmatching

# Homographie

- Lage zwischen Ebenen
- Mapping auf Zielebene

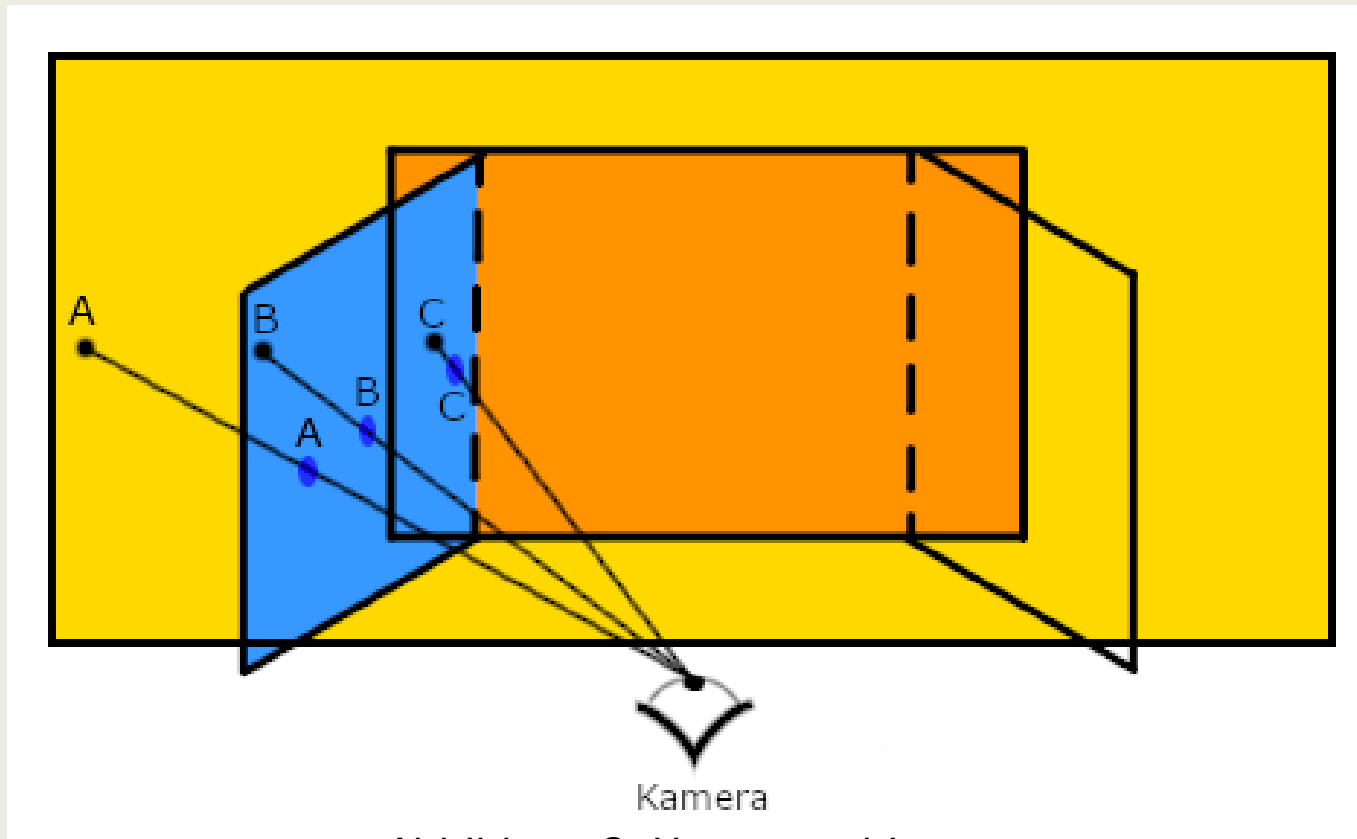


Abbildung 3: Homographie

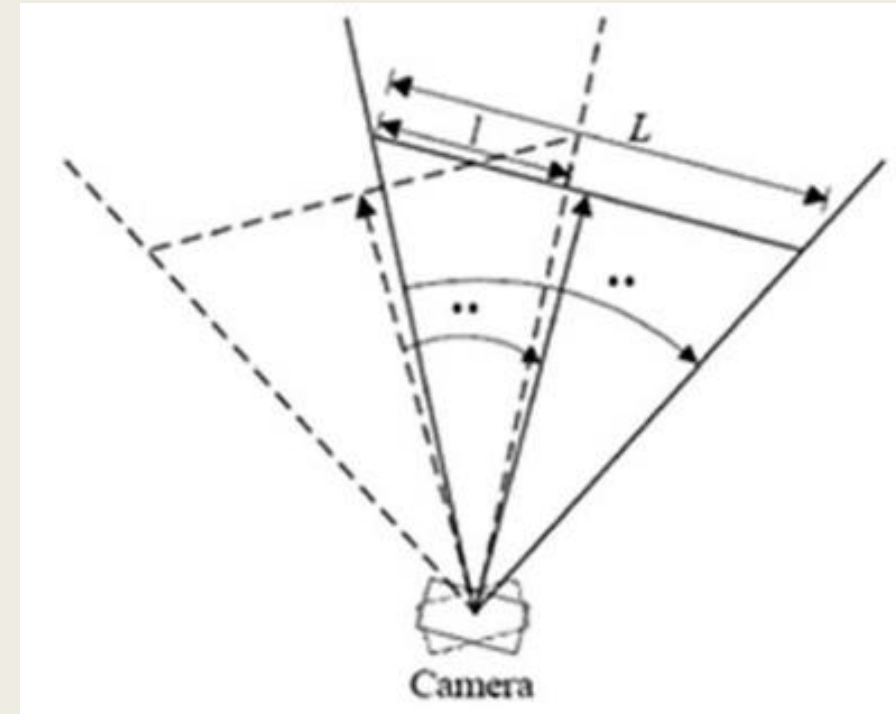


Abbildung 4: Kamerawinkel

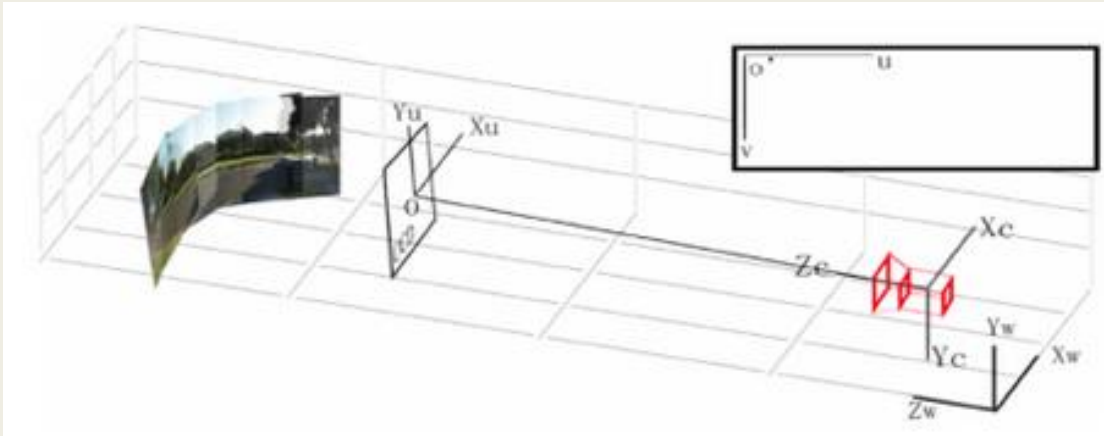


Abbildung 5: Illustrierung



Abbildung 6: Kugelprojizierung

# Projizierung

- Bildpunkte werden auf eine festgelegte Zieloberfläche projiziert
- Oberfläche kann flach, zylindrisch, kugelförmig sein
- Entstehung von Lücken beim Forward Warping  
-> Lösung: Inverses Warping

# Mischung

Seam Cutting(engl. “Nahtschneiden”)



Abbildung 7: Nahtschneiden

Kantenglättung



Abbildung 8: Kantenglättung



SIFT



# SKALENRAUM KONSTRUIEREN

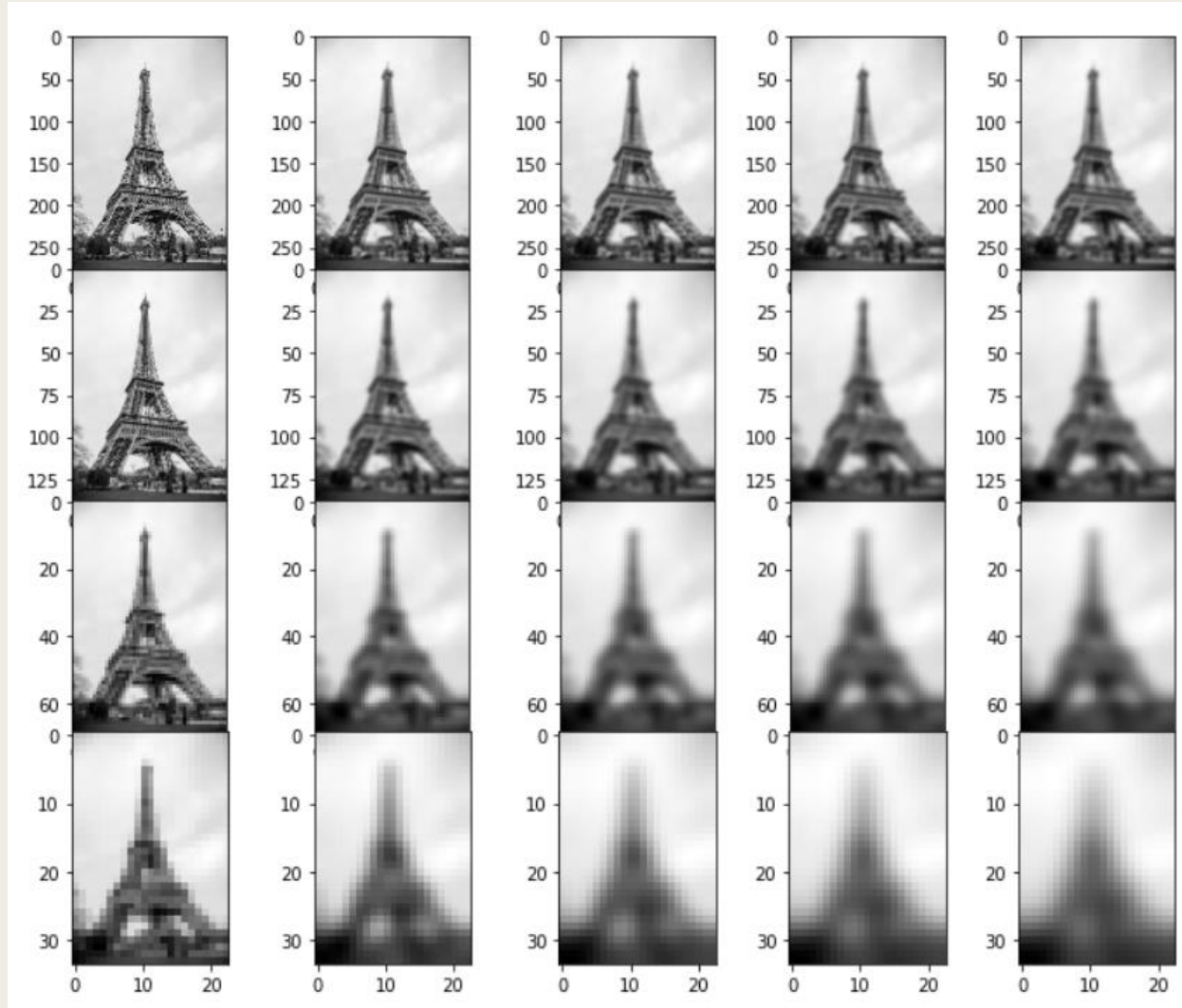


Abbildung 9: Skalenraum

- Bild wird auf unterschiedliche Größen skaliert
- Jedes so neu entstandene Bild wird mit einem Gaußner Weichzeichner über mehrere Stufen hinweg bearbeitet
- Das ganze dient der Zusage von Skaleninvarianz

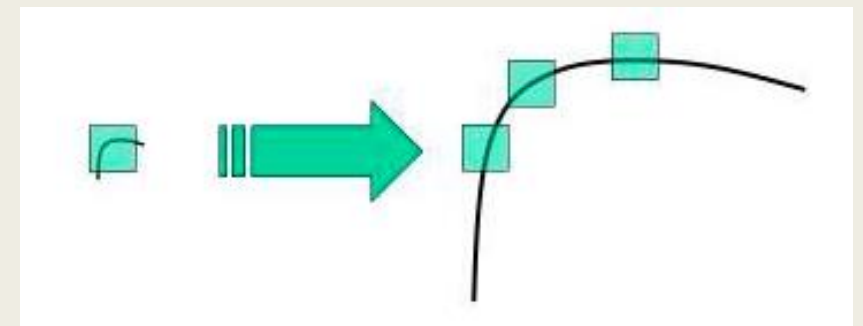


Abbildung 10: Skaleninvarianz

# Merkmalsverstärkung

- Merkmale werden durch die Technik der Gaußner Differenz verstärkt
- Dazu wird die Differenz eines jeden Bildes mit dem gleichen Bild nach Anwendung des Gaußner Weichzeichners berechnet

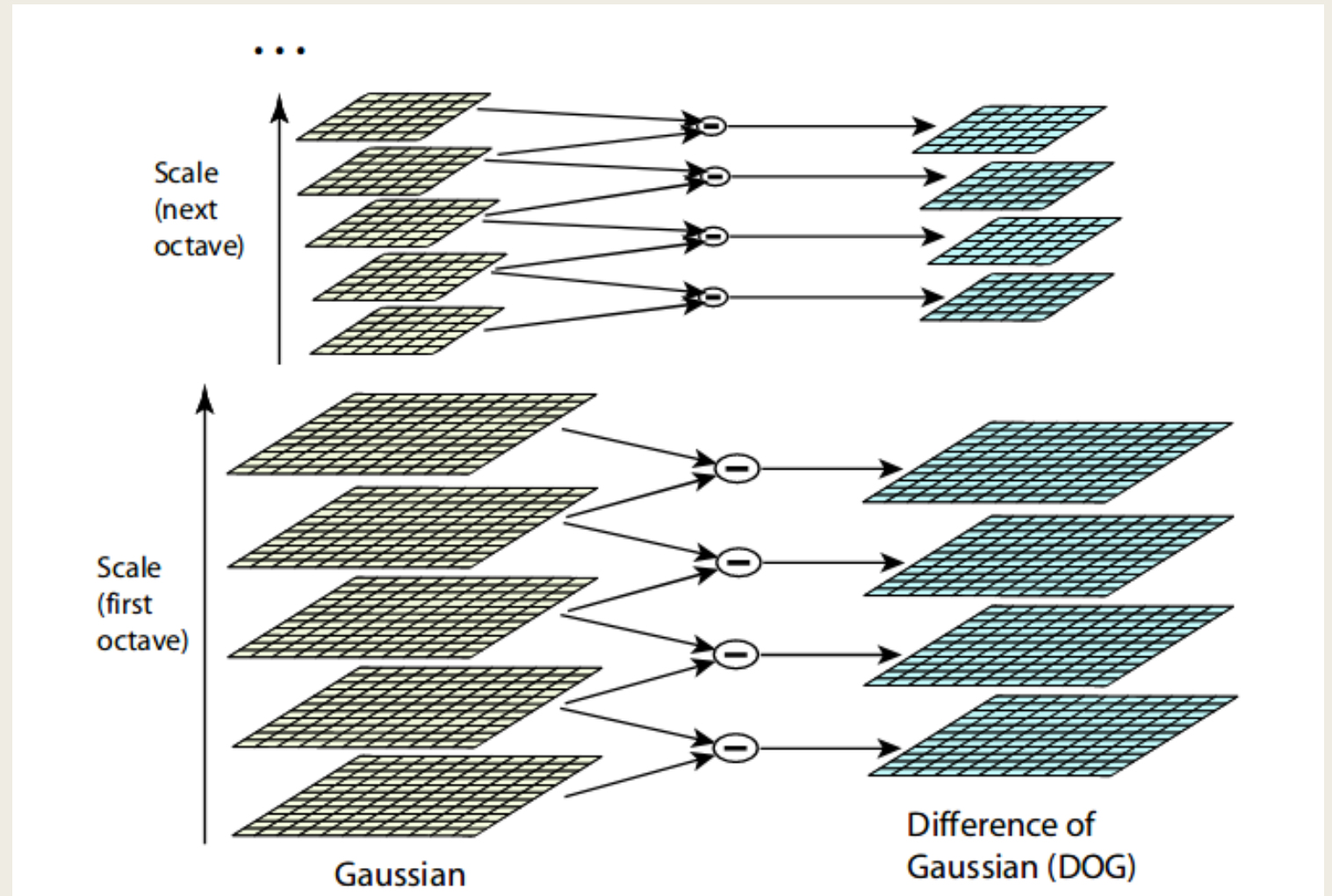


Abbildung 11: Merkmalsverstärkung

# Beispiel zur Merkmals- verstärkung

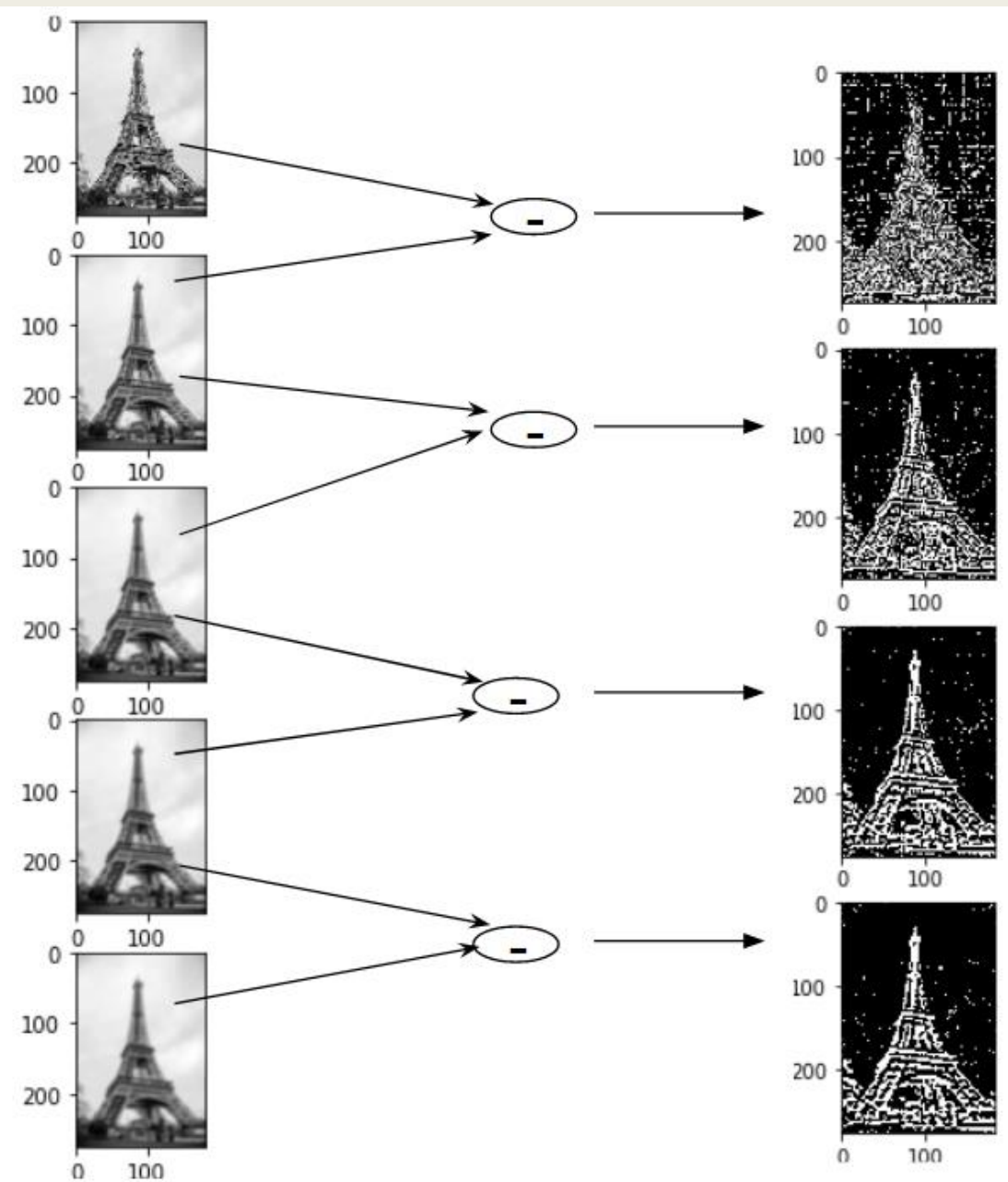


Abbildung 12: Beispiel Merkmalsverstärkung



# MERMALE LOKALISIEREN



# Lokale Maxima und Minima

- Um die lokalen Maxima und Minima zu erhalten, wird jeder Pixel mit den benachbarten Pixeln verglichen.
- Dazu gehören auch Pixel der benachbarten Bilder innerhalb der Skalierung.
- Handelt es sich um den Pixel mit größter oder geringster Intensität, wird er als Merkmal notiert.

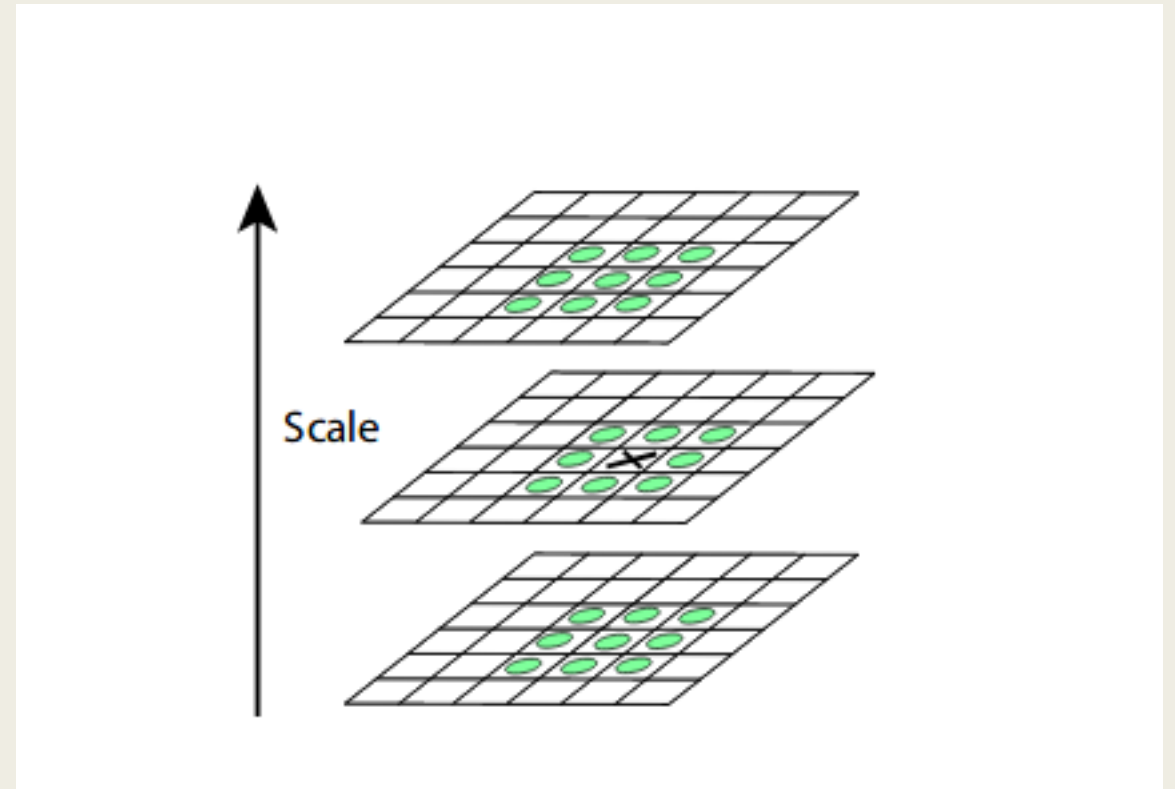


Abbildung 13: Lokale Makima und Minima

# Merkmale selektieren

Nicht alle Merkmale sind aussagekräftig:

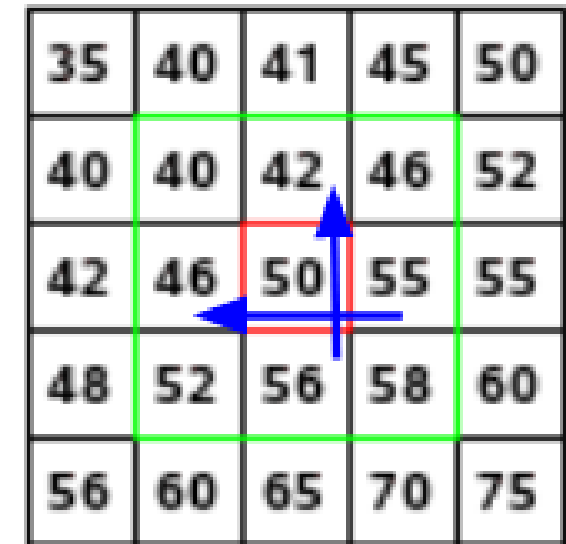
- Merkmal mit geringem Kontrast werden verworfen.
- Merkmale welche sich an einer Kante befinden werden verworfen.

# ORIENTIERUNGSZUWEISUNG

- Die Größe und Orientierung eines Merkmals wird bestimmt
- Mit folgender Formel lassen sich Größe und Orientierung bestimmen
- Sie bestimmen Intensität und Richtung

$$\text{Magnitude} = \sqrt{[(G_x)^2 + (G_y)^2]} = 16.64$$

$$\Phi = \text{atan}(G_y / G_x) = \text{atan}(1.55) = 57.17$$



35	40	41	45	50
40	40	42	46	52
42	46	50	55	55
48	52	56	58	60
56	60	65	70	75

Abbildung 14: Gradienten

Die gewonnenen  
Informationen werden in  
Form eines  
wiedererkennbaren  
Deskriptors gespeichert



# SIFT in OpenCV

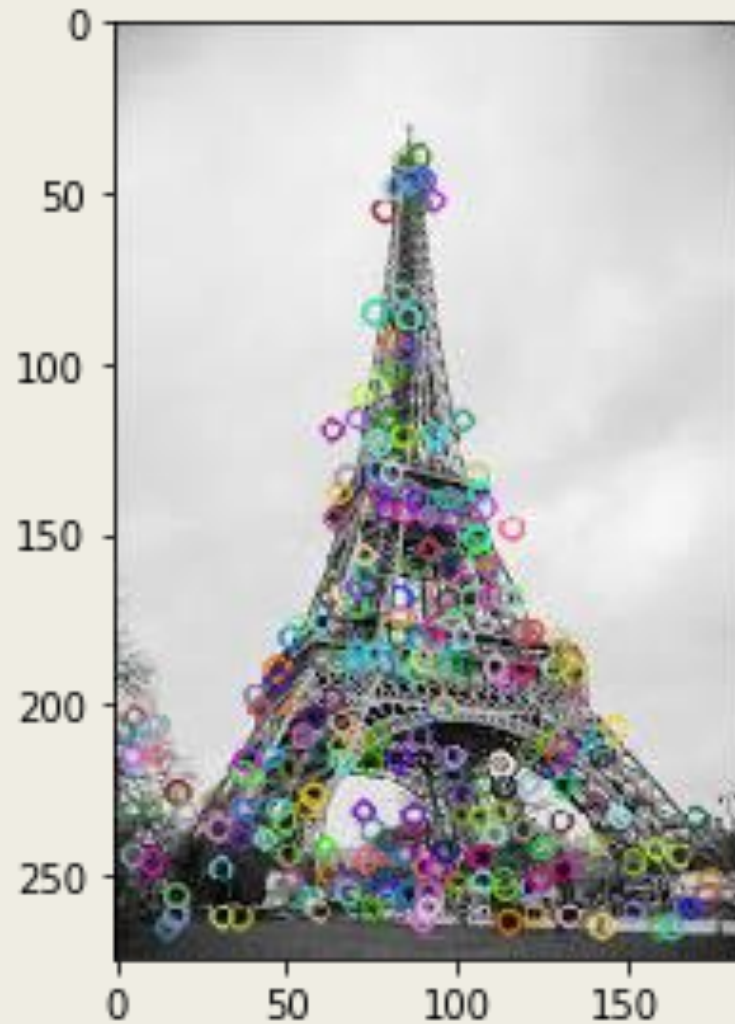


Abbildung 15: SIFT Merkmalerkennung

## Bildung von Merkmalspaaren

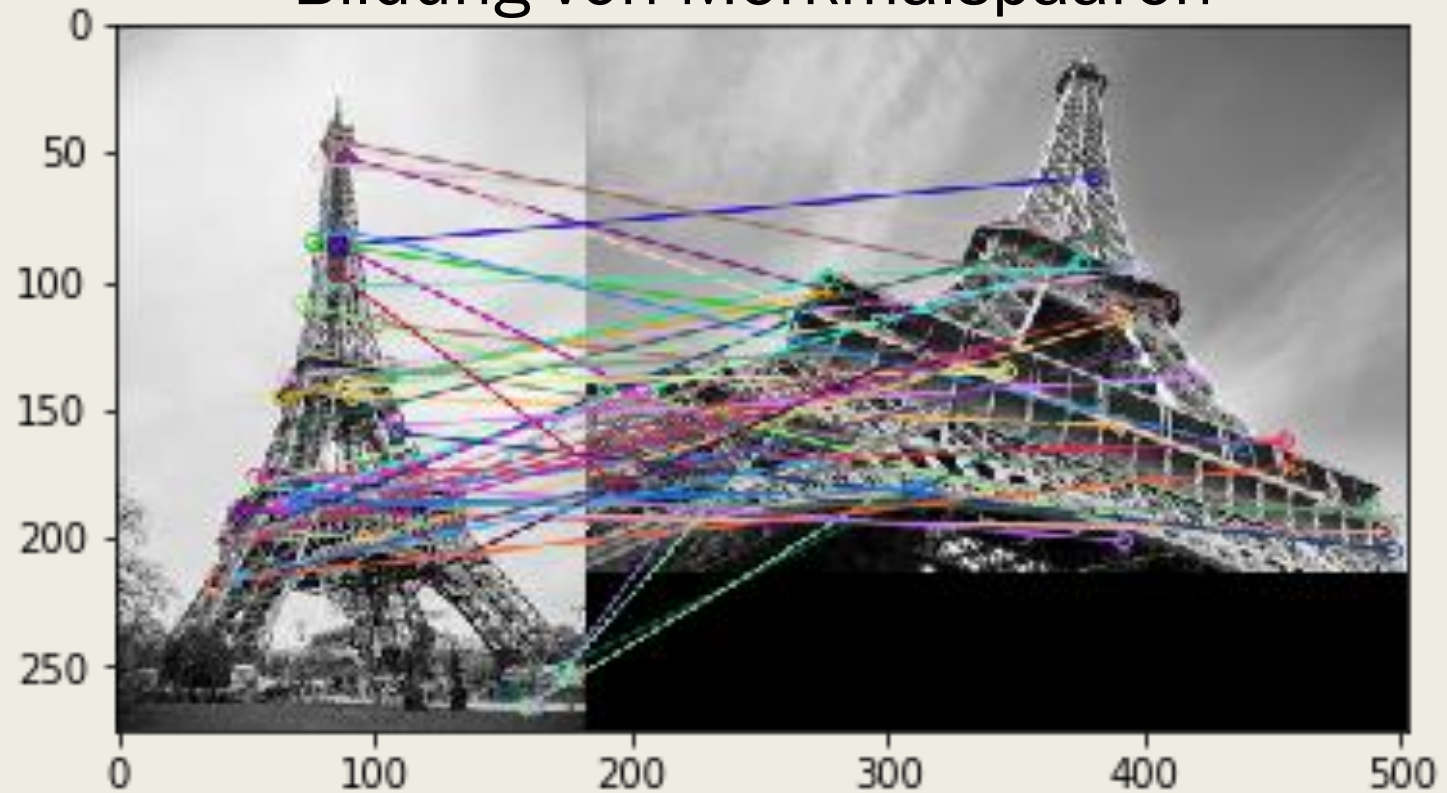


Abbildung 16: SIFT Merkmalspaarung

# Quellenangabe

## ■ Abbildung 1: Überwachung von Baumwollfeldern

Aijing Feng et al., Evaluation of cotton emergence using uav-based narrow-band spectral imagery with customized image alignment and stitching algorithms. 2020. doi:10.3390/rs12111764

## ■ Abbildung 2: Merkmalsmatching

Zhong Qu, Jun Li, Kang-Hua Bao, and Zhi-Chao Si. An unordered image stitching method based on binary tree and estimated overlapping area. *IEEE Trans. Image Process.*, 29: 6734{6744, 2020. doi: 10.1109/TIP.2020.2993134

## ■ Abbildung 4: Kamerawinkel

Jalpa D. Mehta and S. G. Bhirud. Image stitching techniques. In S. J. Pise, editor, *Thinkquest~2010*, pages 74{80, New Delhi, 2011. Springer India. ISBN 978-81-8489-989-4

## ■ Abbildung 5: Illustrierung

Zhong Qu, Tengfeng Wang, Shiquan An, and Ling Liu. Image seamless stitching and straightening based on the image block. *IET Image Process.*, 12(8):1361{1369, 2018. doi: 10.1049/iet-ipr.2017.1064

# Quellenangabe

## ■ Abbildung 6: Kugelprojizierung

Jalpa D. Mehta and S. G. Bhirud. Image stitching techniques. In S. J. Pise, editor, *Thinkquest~2010*, pages 74{80, New Delhi, 2011. Springer India. ISBN 978-81-8489-989-4

## ■ Abbildung 7: Nahtschneiden

Tianli Liao, Jing Chen, and Yifang Xu. Quality evaluation-based iterative seam estimation for image stitching. *Signal Image Video Process.*, 13(6):1199{1206, 2019. doi: 10.1007/s11760-019-01466-9

## ■ Abbildung 8: Kantenglättung

Zhong Qu, Jun Li, Kang-Hua Bao, and Zhi-Chao Si. An unordered image stitching method based on binary tree and estimated overlapping area. *IEEE Trans. Image Process.*, 29: 6734{6744, 2020. doi: 10.1109/TIP.2020.2993134

# Quellenangabe

- Abbildung 9: Skalenraum

David G. Lowe, <https://people.eecs.berkeley.edu/~malik/cs294/lowe-ijcv04.pdf>

- Abbildung 10: Skaleninvarianz

Analytics Vidhya, A Detailed Guide to the Powerful SIFT Technique for Image Matching (with Python code), <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2019/10/detailed-guide-powerful-sift-technique-image-matching-python/>

- Abbildung 11: Merkmalsverstärkung

David G. Lowe, <https://people.eecs.berkeley.edu/~malik/cs294/lowe-ijcv04.pdf>

- Abbildung 12: Beispiel Merkmalsverstärkung

Analytics Vidhya, A Detailed Guide to the Powerful SIFT Technique for Image Matching (with Python code), <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2019/10/detailed-guide-powerful-sift-technique-image-matching-python/>

- Abbildung 13: Lokale Makima und Minima

David G. Lowe, <https://people.eecs.berkeley.edu/~malik/cs294/lowe-ijcv04.pdf>

# Quellenangabe

- Abbildung 14: Gradienten

Analytics Vidhya, A Detailed Guide to the Powerful SIFT Technique for Image Matching (with Python code), <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2019/10/detailed-guide-powerful-sift-technique-image-matching-python/>

- Abbildung 15: SIFT Merkmalerkennung

Analytics Vidhya, A Detailed Guide to the Powerful SIFT Technique for Image Matching (with Python code), <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2019/10/detailed-guide-powerful-sift-technique-image-matching-python/>

- Abbildung 16: SIFT Merkmalspaarung

Analytics Vidhya, A Detailed Guide to the Powerful SIFT Technique for Image Matching (with Python code), <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2019/10/detailed-guide-powerful-sift-technique-image-matching-python/>