**Höchstens 110 Wörter in einer Minute**

**Insgesammt also 2200 Wörter**

**Bei 20 Folien nicht mehr als 110 Wörter pro Folie**

**Folie 1: (70) 1min**

Mein Thema der Abeit war die Szenenrekonstruktion und Kamerakalibrierung aus heterogenen stereoskopischen Bildquellen

Die Szenenrekonstruktion und die Kamerakalibrierung sind Themenbereiche der sogenannten Computer Vision

Die Computer Vision ist ein Fachbereich der Computer Science mit dem Fokus auf die Entwicklung von künstlicher Intelligenz, die ein visuelles Verständnis ihrer Umgebung besitzen. Folglich wird in der Computer Vision der Weg von visuellen Eindrücken oder Bildern aus der Realität in den Rechner beschrieben .

**Folie 2: (74) 1min**

Der Mensch ist mit der Fähigkeit ausgestattet, gesehene Bilder zu verarbeiten und kann die ihn umgebene Welt verstehen.

Maschinen, die eine ähnliche Fähigkeit besitzen, wären somit ebenfalls in der Lage Entscheidungen auf Grund von visuellen Eindrücken zu fällen.

Bereits auf dem Weg:

Das entwickeln solcher Maschinen und den damit verbundenen Grundprinzipien und Programmen sind die Forschungsmittelpunkte von aktuellen Anwendungsbereichen wie dem Autonomen Fahren, Motion- Capturing, Bewegungserkennungen oder Service Robotern oder dem Auswerten von Drohnenbildern

**Folie 3: (126) 1min**

* Wieso nehmen wir stereoskoische Bildquellen?d
  + Bildtiefe aus einem Bild nicht möglich
* Man braucht mindestens zwei Bilder
* Die Rekonstruktion in dieser Arbeit wurde anahnd von stereoskopischen Bilddaten entwickelt
* Das weitläfuigte Ziel welches mit dem in dieser Masterarbeit erarbeiteten Ansatz verfolgt werden soll, ist es aus 2D Informationen von Kameras unterschiedlicher Auflösung und Art (Infrarot und RGB) eine 3D Szene bzw 3D-Szenenpunkte rekonstruieren zu können
* Beispielsweise haben Drohenen zwei verschiedene Kameras.d
  + Besitzen öfters eine hochauflösende RGB Kamera und infrarotkamera für Tiefenmessungen mit meist deutlich niedrigeren Auflösung
  + Stereokalibrierung dieser beiden Kameras würde das Mapping deutlich vereinfachen.
* Vorraussetzungen für den entstehenden Algorithmus:
  + Möglichkeit von unterschiedlichen Kameraauflösungen in betracht ziehen
  + Extrinsische Kameraparameter sollen bestimmt werden
  + Intrinsische Kameraparameter werden als bekannt vorrausgesetzt
  + Was diese genau sind komme ich gleich drauf zu sprechen

**Folie 4: (107) 1min**

Die Hauptthemen mit denen sich in der Masterthesis beschäftigt wurden enthalten vier wichtige Grundbausteine, welche im folgenden erläutert werden

Grundlagen:

* Zunächst wird das verwendete Kameramodell vorgestellt, an welchem sich der Algorthmus orientiert
* Wichtig ist auch ein Grundlegendes Verständis der Fundamental und der essentiellen Matrix, welche für die Kamerakalibrierung sowie für die Szenenrekonstruktion eine wichtige Rolle spielen

Synthetische Rekonstruktion:

* Arbeitsprozess des Algorithmus wird anhand eines synthetisch aufgebauten 3D-Szene mit virtuellen Kameras erklärt

Reale Rekonstruktion:

* Anwendug des Algorithmus auf ein reales Stereobildpaar
* Genauere erläuterung was bei realen Stereobildpaaren beachtet werden muss (in Bezug auf die Bildfehler)

Auswirkung unterschiedlicher Auflösungen:

* Aufzeigen der Auswirkung von unterschiedlichen Kameraauflösungen bei dem entwickelten Algorithmus

**Folie 5 (121) 1 min**

Zunächst zu den Grundlagen:

* Mit Hilfe des Lochkamerasystems wird die Abbildung eines Objektes auf eine Bildebene beschrieben.
* Wir betrachten zunächst die Kamera C genauer
* anhand dieser wird das Lochkameramodell vorgestellt (nächstes Bild einblenden)

Model:

* Ein 3D-Objektpunkt M im Raum wird auf zu einem 2D Bildpunkt m auf der Bildebene i projiziert
* C beschreibt das Kamerazentrum und ist gleichzeitig der Urspurng des Kamerakoordiantensystems C in mm
* Zeta beschreibt die Brennweite in mm
* HP ist der Hauptpunkt, er entsteht dort, wo die Hauptachse die Bildebene schneidet
* O ist das Weltkoordinatensystem in mm
* Der Urspung des Sensorkoordinatensytem S in px befindet sich an einer Ecke in i
* Die Abbildung eines 3D-Objektpunktes im Raum auf den Sensor der Kamera wird durch die sogenannten Projektionsmatrix P beschrieben

**Folie 6: (126) 1 min**

* P setzt sich zusamme aus den extrinsischen Kameraparametern welche durch eine Rotationsmatrix R und eine Translation in diesem Falle C entsteht.
* Diese beschreiben quasi wie die kamera zum Weltkoordinatensystem steht
* Des Weiteren beinhaltet P noch die intrinsischen Kameraparameter, welche in der Matrix K zusammengefasst werden.
* Diese beinhalten unter anderem die Brennweite in mm in zeta gegeben und die verschiebung des Ursprungs in eine der Ecken, diese Eigenschaften werden in der Matrix K\_0 fesgehalten.

(Anhand des bildes erklären, danach nächstes Bild)

* Matrix T beinhaltet eine Transformation der Matrixeinheiten in die Pixeleinheiten des Sensorkoordiantensystems. K-x uns k\_y sind die Längeneinheiten der Pixel
* ÜBERLEITUNG:
* Mit Hilfe dieser Grundlagen, soll nun eine Abbildungsvorschrift eines 3D Punktes in zwei verschiedene Kameras hergeleitet werden. Hierzu bedienen wir uns der sogenannten epipolargeometrie.(nächste Folie)

(Hier weiter machen mit überarbeiten)

**Folie 7: (210) 2 min (8min insgesammt)**

* Es werden hier einige geometrische Definitionen eingeführt, um die Grundlagen der epipolargeometrie festzusetzen
* M ist ein 3D-Objektpunkt im Raum
* m\_tau und m‘\_tau‘ sind die jeweiligen Projektionen von M auf den Bildebenen.
* C und C‘ sind die jeweiligen Projektionszentren, sie werden durch die sogenannten Basislinie verbunden
* i und i‘ sind die Bildebenen der beiden Kameras, der Punkt an welcher die Basislinie die Bildebenen schneidet werden als Epipole e und e‘ bezeichnet.
* Durch die Epipole verlaufen alle Epipolarlinien l und l‘ eines Bildes
* Die Epipolarlinien enstehen indem eine Gerade durch denen Bildpunkt m und den Epipol e fgezogen wird
* Die Vekoren MC, CC‘ und MC‘ bilden eine Ebene, welches die sogenannte Epipolarebene ist
* Diese geometrischen Eigenschaften definieren die Epipolargeometrie und beschreiben geometrisch die Abbildungsvorschrift eines Punktes in zwei Kameras
* NÄCHSTES BILD
* Genauere betrachutung der Abbildungsvorschrift:
* Ein Bildpunkt mi auf der Bildebene I wird zuerst auf die Gerade, die durch mi und C geht abgebildet. Die Gerade stellt alle möglichen Ursprungspunkte zu mi dar. Dies ist durch die drei möglichen Punkte M1,M2, M3 dargestellt. Jeder dieser Punkte wird nun wiederum auf I projiziert. Die so entstandenen Punkte liegen alle auf der Epipolarlinie l‘.
* Die Abbildungsvorschrift welche die Projktion eines Punktes auf eine Linie beschreibt werden in der Fundamentalmatrix und der essentiellen Matrix ausgedrückt.

**Folie 8: (173) 1.30 min (9.30 min insgesammt)**

* die Fundamentalmatrix ist eine singuläre 3x3-Matrix von Rang 2 und fasst die extrinsischen und intrinsischen Kameraparameter in sich zusammen
  + Man kann grob mathematisch behaupten dass die Projektionsmatrizen P und P‘ beider Kameras in F vereint sind.
* Die essentielle Matrix ist auch eine 3x3 Matrix von Rang 2, bei ihr werden die intrinsischen Kameraparameter aus der Fundementalmatrix rausgezogen und mit den Bildkoordinaten verrechnet
* Die in rot eingerahmten Gleichungen auf der Folie werden als die sogennannten epipolaren Bedinungen bezeichnet
  + Sie geben Auskuft darüber ob eine Punkt ein Möglicher korrespondierender Punkt zu einem Punkt auf der anderen Bildebene ist 🡪 wird ein Punkt auf eine Linie abgebildetet, so ist das Ergebnis dieser Bedingungen null

Die beiden anderen Gleichungen sagen aus, dass der rechte bzw der linke Kern der Fundamentalmatrix die jeweiligen Epipole ergibt.

Die zweiten Gleichungen beschreiben die Abbilung eines Punktes m in I auf eine Linie l‘ auf der anderen Bildebene I‘

Da nun bekannt ist, wie die abgebildeten Punkte zueinander geometrisch in Verbindung stehen, wurde dieses Wissen genutzt, um ein synthetischen Beispiel für die Szenenrekonstruktion zu implementieren.

**Folie 9: (93) 1 min (10.30 min insgesammt)**

* Anhand der erarbeiteten mathematischen Grundlagen ist ein Algorithmus fur die Rekonstruktion einer Szene aus einer Stereobildaufnahme entstanden
* Der entwickelte Algorithmus ist in der Lage aus einem Stereobildpaar extrinsische Kameraparameter zu bestimmen und anhand dessen die 3D-Szene zu rekonstruieren, jedoch unter der Voraussetzung, dass die intrinsischen Kameraparameter beider Kameras bekannt sind.
* Das synthetische Beispiel ist wie in Abbildung rechts aufgebaut
  + Es wurde ein Quader definiert, jedes andere Objekt ist hier genauso denkbar
  + Der Quader wurde mathematisch auf die Bildebenen zweier beliebig platzierter Kameras projiziert
* Im folgenden soll der Arbeitsprozess des synthetischen Algorithmus vorgestellt werden

**Folie 10: (142) ca 1 min (11. 30 min insgesamt)**

* Fundamentalmatrix wird über die bekannten Eckpunkte beider Quaderabbildungen über den sogenantnen 8-Punkte-algorithmus bestimmt
  + Der acht Punkte algorithmus ist eine lineare Technik, welche angewandt wird um die Fundamentalmatrix aus n>= 8 Punkten zu schätzen
* Korrespondierende Punkte und intrinsische Kamerparameter sind bekannt
* Für das Verfahren zur Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wird die essentielle Matrix benötigt
* Mit Hilfe der essentiellen Matrix ist es möglich die extrinsischen Kameraparameter bis auf eine Skaleninvarainz genau zu bestimmen
* Wichtig ist, dass bei der Bestimmung davon ausgegangen wird, dass eine Kamera deckungslgelich mit dem Weltkoordinatensystem ist und somit weder eine Rotation noch eine Translation aufweist
  + Die extrinsischen Kameraparameter werden bezüglich einer Kamera zur anderen bestimmt
* Sind die extrinsischen Kameraparameter bekannt, so fehlt nun noch ein Verfahren, mit welchem die 3D-Szenenpunkte aus den Bildpunkten rekonstruiert werden können. Diese Verfahren nennen sich Triangulation. Im synthetischen Beispiel wurde eine einfache gemetrische Trinangulation durchgeführt.
* Nächste Folie

**Folie 11: (150) 1 min (12.30 min insgesammt)**

Zuerst etwas genaueres zu der Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter:

* Bei der Bestimmung der extrinssichen Kameraparameter über die essentielle Matrix entstehen insgesammt 4 verschiedene mögliche Lösungen
* Diese Vier Lösungen sind bis auf eine Skaleninvarianz genau bestimmt
  + Die Skaleninvarianz bewirkt, dass es bei der Rekonstruktion die Größe der Objekte von ihrer Originalgröße abweichen, das die translationskomponenten gleich dem normierten Richtungsvektor ist
  + (Vllt hier kurz das Geogebramodell aufzeigen)
* In den ersten beiden Lösungen wird C‘ um 180° gedreht
* In den anderen beiden Lösungen kommt es zu einer Umkehrung der Basislinie
* Die Richtige Lösung ist abhängig davon wie die Kameras Positioniert und die Bildebene innerhalb der Kamera platziert ist
  + Die Abbildungen der ersten beiden Lösungen sind die selben nur ist es einmal auf dem Kopf da es hinter dem Projekitonszentum abgebildet wird
* Da im synthetischen Beispiel mit reinen Bilddaten gearbeitet wird, kommt es zu keinen Abweichungen in den Punktekorrespondenzen und die Szene kann über eine einfach geometrische Triangulierung rekonstruiert werden.

**Folie 12: (175)**

* Der entwickelte Szenenrekonstruktionsalgorithmus wurde dann auf ein reales Beispiel angewandt
* Anders als beim synthetischen Beispiel muss beim arbeiten mit realen Stereobildpaaren mit einer Fehleranfälligkeit der Bilddaten gerechnet werden
* Die korrespondierenden Punkte (hier in gelb markiert), werden über einen Detektionsalgorithmus bestimmt
* Bei der realen Rekonstruktion muss von Bildfehlern wie Bildrauschen ausgegangen werden und damiteinhergehend auch mit Fehlern bei der Korrespondenzanalyse (auf Fehler hinweisen im Bild)
* Liegt beispielsweise bei der Bestimmung von korrespondierenden Punkten eine Ecke zwischen zwei Pixel, so kann optisches Rauschen, welches in realen Aufnahmen präsent ist, dazu führen dass diese Ecke in gleichen Bildern an verschiedenen Pixel erkannt wird.
  + Wie im Bild zu sehen ist, bedeutet das, dass die detektierten korrespondierenden Punkte nicht auf den jeweiligen epipolarlinien des anderen Bildes liegen.
  + 🡪 Führt dazu, dass die epipolaren Bedinungen nicht mehr erfüllt werden (FORMEL ERSCHEINEN LASSEN)
* Diese Führen zu ungenauigkeiten und Fehler in der Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter, sowie der darauf folgendenen rekonstrukiton der Szenenpunkte und müssen dementsprechen über Minimierungen und Näherungen angeglichen werden
* Im foglenden wird zunächst der Arbeitsprozess des Algorithmus angepasst auf das reale stereobildpaar erläutert (Nächste Folie)

**Folie 13: (186)**

* Anders als beim synthetischen Beispiel werden die intrinsischen Kameraparameter durch zuvorige einzel-Kamerakalibrierung gewonnen.
* Die Detektion wird von einem bereits existierenden Algorithmus Übernommen, welcher nach dem Surf Prinzip funktioniert (vllt kurz SURF erklären aber eig unnötig)
* Danach startet erst das Prorgram
* Unterschied zum synthetischen Beispiel, die eingehenden Bilddaten aus der Korrespondenzanalyse werden normiert.
  + Die eingehenden Bilddaten werden so normiert, dass sich ihr durschnittlicher Abstand zum Ursprung bei sqrt(2) befindet. (Am Bild zeigen)
  + Der Zahlenbereich in welchem sich die Koordinaten dann befinden ist dann ausgeglichener (sagen was das heißt oder anschreiben an der Tafel)
  + Die normierung ist des Weiteren wichtig für die Singulärwerte(anders einbauen)
  + Bild wieder ausblenden !!!
* Danach wird die Fundamentalmatrix über den jetzt normierten Acht Punkte Algorithmus bestimmt
* Die Fundamentalmatrix wird darauf überprüft ob sie ihre Bedinungen erfüllt (Rang 2 und singulär) ist dies nicht der Fall so müssen die Bedinugngne erzwungen werden (mehr dazu später)
* Aus der Fundamentalmatrix wird die essentielle Matrix abgeleitet (auch hier müssen die bedingungen überprüft werden), danach können wie im synthetischen Beispiel die extrinssichen Kameraparameter bestimmt werden.
* Zuletzt folgt eine Triangulierung der Szenenpunkte auf welches ich gleich noch zu sprechen komme.

**Folie 14: (342)!!!**

* Nach der Normierung der Bilddaten und der darauf folgenden Bestimmung der Fundamentalmatrix mit dem jetzt normierten Acht-Punkte-Algorithmus, wird zunächst noch überprüft, ob es sich bei F um eine singuläre 3x3 Matrix von Rang 2 handelt, ist dies nicht der Fall muss noch eine Modifizierung von F vorgenommen werden welche gleich noch genauer aufgeführt wird.
* F ist nur dann eine gültige F wenn sie eine Singuläre Matrix von Rang 2 ist und ihre Singulärwerte die Form (a,b,0) haben.
* Durch die Ungenauen Korrespondierenen Punkten steigt F in ihrem Rang und ist somit keine Singuläre Matrix von Rang 2 mehr
  + Die Kern Berechnung liefert kein eindeutiges ergebnis für die Epipole mehr was dazu führt, dass die Epipolarlinien eines Bilder nicht mehr durch einen Punkt gehen (auf Bild verweisen und erklären was zu sehen ist)
  + Um dies zu korrigieren, wird die zu F laut Frobenius Norm nächste Fundamentale Matrix gesucht, welche einen Rang 2 besitzt
  + Hierzu werden die Singulärwerte der Fundamentalmatrix modifiziert (muss ich sagen wie sie modifiziert werden?)

Durch erzwingen der Singulärität, können eindeutige Epipole geschätz werden und die Epipolarlinien gehen wieder durch einen Punkt

Da besonders nachher bei der Triangulation eindeutige Epipole benötigt werden muss diese Bedingung erzwungen werden

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Danach kann wieder aus F die essentielle Matrix E ermittelt werden. Ist F von Rang 2 so ist auch E von Rang 2. Bevor jedoch die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wie inm synthetischen Beispiel, werden die singulärwerte der essentiellen noch überprüft (sagen, was genau erreicht werden soll mit diag(1,1,0))

Eine essentielle Matrix ist nur dann eine gültige essentielle Matrix wenn sie einen Rang von zwei besitzt und ihre Singulärwerte die Form (a,a,0) besitzen

* Durch erzwingen eines Rang 2 bei der Fundamentalmatrix ist die daraus berechnete essentielle Matrix auch von Rang 2
* Jedoch können die Singulärwerte der essentiellen Matrix noch die falsche Form haben (Absteigend), diese muss für die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter auch erzwungen werden.
* E ist nur dann eine gültige essentielle Matrix, wenn ihre Sigulärwerte = (a,a,0) sind
* Somit wird garantiert dass die Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wieder wie gehabt verfahren werden kann

**Folie 15: (196)**

* Als letztes folgt noch die Triangulierung.
* Aufgrund der Ungeanuigkeit der korrespondierenden Punkte ist es nicht möglich durch einfache Rückprojektion die 3D-Objektpunkte zu rekonstruieren.
* Liegen die korrespondierenden Bildpunkte nicht direkt auf den jeweiligen Epipolarlinien der beiden Punkte, so ist die Epipolare Bedingung nicht erfüllt.
  + Die Rückprijezierten Punkte treffen sich nicht im Raum sondern liegen windschief zueinander im Raum

(NÄCHSTES BILD EINBLENDEN)

* Um die Triangulation der Punkte trotzdem durchführen zu können, wird ein Verfahren vorne ran geschaltet, welches über die Samspon-Approximation eine Näherung der beiden korrespondierenden Punkte an eine Epipolare Linie
* Es werden zwei Punkte m und m‘ gesucht, welche möglichst nahe an den Ursprünglichen Punkten liegen und gleichzeitig die Epipolaren Bedingugnen erfüllen.
* Die Punkte werden durch eine Minimierung eienr Kostenfunktion bestimmt, welche die Disntanz m\_0 zu m und m‘\_0 zu m‘ minimiert.
* Die Minimierung wird über die sogennaten Samspson-Approximation vollzogen.
* Für dieses Verfahren muss F bekannt sein und die Epipole eine eindeutige Lösung erbringen
  + (Umriss des Verfahrens in die Zusatzfolien)
* Die neuen Punkte, welche die epipolare Bedingung wieder erfüllen, können dann über ein Triangulierungsverfahren nach Wahl Rückprojiziert werden
  + Im Algorithmus wurde ein lineares Triangulierungsverfahren nach Hartley and Zisserman verwendet.

Somit sind ist der Arbeitsprozess der Algorithmen erklärt

**Folie 16: (96)**

* Ein Sensor hat eine maximale Auflösung.
  + Die maximale Anzahl der Sensorelemente auf einem Sensor beschreit die maximale Auflösung.
* Die Anzahl und Größe der Einzelnen Sensorelemente variiert mit den Größen der Sensorchips
* Wird eine Auflösung kleiner der maximalen Auflösung eingestellt, desto geringer wird die Anzahl der Pixel.
* Der Prozess, welcher hier stattndet, gehört zu den Nachbarschaftsoperationen.
* Eine Veranderung der Auosung kann auch eine Anderung der Seitenverhaltnisse mit einschlieen. Andert sich das Seitenverhaltnis so wird der Bereich der lichtempndlichen Flache auf dem Sensor beschrankt
* Wird nun die Auflösung einer Kamera verändert, welche Auswirkungen hat das auf den Szenenrekonstruktionsalgorithmus???

**Folie 17: (182)**

* Zunächst kann festgehalten werden, dass eine Veränderung der Auflösung eine Auswirkung auf die Skalierung der Sensorkoordinaten hat, da sich das Sensorkoordintansystem an der Beschaffenheit der Sensorelemente orientiert.
* Alle anderen Koordinatensysteme bleiben gleich
* Mit der Auflösung ändert sich die Anzahl und die Größe der Pixel
* Durch Nachbarschaftsoperationen werden aus mehreren Pixel einer (wenn kleinere Aufklösung eingestellt wird)
* Der Ort auf dem Sensor an welchem der bildpunkt abgebildet wird bleibt jedoch der selbe (Hier zweites Bild einblenden.)
* Eine Skalierung des Sensorkoordinatensystems bedeutet, dass sich die Brennweite in Pixeleinheiten gegeben ändert, jedoch ändert sich nicht die effektive Brennweite in Millimeter.
* Eine propotionale änderung der Kamerauflösung hat zur Folge, dass es so wirkt als wäre die Brennweite verdoppelt worden.
  + Würde bedeuten, dass sich die Kamera von der Bildebene entfernt hat🡪 hat sie aber effektiv nicht 🡪 dennoch verändert sich durch die skalierung der Pixel effektiv die Bildgröße
* Bei der Bestimmung der extrinsischen Kameraparameter wird mit der essentiellen Matrix gearbeitet, da hier die Kameramatrizen K und K‘ rausfallen, haben diese keine Wikrung auf das Ergebnis
* Um die Aufgestellte Therorie zu überprüfen, wurden die Kameramatrizen modifiziert (Nächste Folie)

**Folie 18: (44)**

* Ergebnis der intrinsischen Kameraparameter wurde sowohl im synthetischen Beispiel als auch im realen Beispiel folgendermaßen modifiziert
* Egal welche Kameraauflösung genommen wurde, die vier ergebnisse der extrinischen Kameraparameter waren immer die selben
  + Daraus folgt dass auch die Rekonstruierte Szene immer die gleichen Ergebnisse geliefert hat.

**Folie 19: (381)**

Ein verbreiteter Ansatz der Stereoanalyse basuert auf zuvor Rektifizierten Bildern

* Rektifizierte bilder Zeichnen sich durch ins unendliche projizierte Epipole aus
  + Sind Epipole im unendlichen so sind sie parallel zueinander ausgerichtet wie im Bild zu sehen ist
  + Die parallelen Scanlinien beider Bilder werden so zueinander ausgerichtet, dass einheitliche Scanlinien über beide Bilder entstehen, welche für die weitere Korrespondenzanalyse von Vorteil ist, da die Suche auf eine eindimensionale Suche beschränkt ist.
    - Korrespondierender Punkt wird nur noch entlang einer Epipolarlinie gesucht
* Die Rektifizierung ermöglicht eine effiziente Analyse von Punktekorrespondenzen ganzer Bilder mit geringstem Rechenaufwand
* Jedoch verlangen die meisten Rektifizierungsansätze als Vorraussetzung dass das verwendete Stereobildpaar die selbe Auflösung besitzt.
* Dementsprechend wurde ein Algorithmus nach Loop & Zhang implementiert, welcher die Nutzung von unterschiedlichen Kamerauflösungen nicht von vorn hinein ausschließt
  + Anhand dessen wurde getestet, welche Auswirkungen unterschiedlich aufgelöste Bilder auf eine Rektifizierung haben.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

NÄCHSTES BILD EINBLENDEN (Arbeitsprozess)

* Der konventionelle Rektifizierungsalgorithmus verfährt wie folgt
  + Es werden zwei Bilder gleicher Auflösung aufgenommen
  + Es werden n<= 8 korrespondierende Punkte im vorhinein gesucht
  + Mit Hilfe von normierten Bildkoordinten wird eine Fundamentalmatrix bestimmt
  + Mit Hilfe der Fundamentalmatrix wird eine Rektifizierung der Bilder vorgenommen
  + Anhand der rektifizierten Bilder wird eine Korrespondenzanalyse aller Bildpunkte durchgeführt
  + Mit den Korrespondierenden Punkten kann dann wie gewohnt eine Triangulation gemacht werden oder wenn es schnell gehen muss kann eine Tiefenkarte (wie im Bild zu sehen ) erstellt werden, welche einen ersten Eindruck der Tiefe der Szene bietet.
    - Nach der Rektizierung ist zwischen zwei korrespondierenden Punkten ein horizontaler Versatz zu verzeichnen, welcher durch die unterschiedlichen Perspektiven der Bilder entsteht.
    - Dieser Versatz entsteht durch den Abstand der beiden Kameras zueinander.
    - Der Versatz zwischen den beiden korrespondierenden Punkte wird als Disparitat bezeichnet und ist ein Ma fur die Tiefe der Punkte in der Szene
    - Punkten mit einer kleinen Disparitat ein dunkler Wert und Punkten mit einer groen Disparitat ein heller Wert zugeordnet

So viel zum Ablauf des gesammten Algorithmus, in der Thesis wurde sich nur mit der Frage auseiandner gesetzt ob eine Rektifizierung zweier Bilder unterschiedlicher Auflösungen möglich ist

(NÄCHSTES BILD)

Der Algorithmus wurde zunächst mit gleichen Auflösugnen getestet um zu überprüfen ob er funktioniert

Bis jetzt wurde er nur mit dem synthetischen Beispiel Funktionsfähig implementiert

Woe man sieht sind die Bilder des Quaders so rektifiziert, dass die Epipolarlinien

🡪 Danach wurde er auf Bilder untershciedlicher Auflösung angewandt

**Folie 20: (281)!!!!**

Bilder 1:

* Die Auflösungen sind proportional verändert worden, Sprich grün ist die um den Faktor 0.5 vergrößert worden in x und y richtung, sprich rot ist nur noch halb so groß wie grün
* Die Seitenverhältnisse stimmen beim verzerrten Bild noch überein
* Die Transformationen der Rektifizierung können unterschiedliche Auflösungen ausgleichen und es ist folglich möglich eine Tiefenkarte zu erstellen
* Die Bilder scheinen richtig rektiziert worden zu sein. Dies wurde noch mit weiteren Vielfachen der Kameramatrix K ausprobiert. Fur alle getesteten Falle ergab sich dasselbe Ergebnis
* Die Transformationen wahrend der Rektizierung konnen unterschiedliche Auosungen ausgleichen und es ist folglich moglich eine Tiefenkarte zu erstellen um die 3D Szene zu rekonstruieren
  + Allerdings erstmal nur mit proportional gleich veränderten Auflösugnen (vielfache voneinander)

Bilder 2:

* Die horizontale Kantenlange des roten Quaders ist im Verhaltnis kurzer als ihre vertikale Kantenlange.
* Wie zu sehen ist, bleibt das ungleiche veranderte Seitenverhaltnis des roten Quaders nach der Rektizierung erhalten, weshalb der rote Quader schmaler ist als der grune.

FAZIT:

Diese Beispiele zeigen, dass das hier vorgestellte Rektizierungsverfahren auf Bilder verschiedener Auosungen mit dem selben Seitenverhaltnis der Pixel anwendbar ist. Jedoch konnen Bilder mit verschiedenen Seitenverhaltnissen mit diesem Verfahren nicht rektiziert werden. Eine mogliche Losung ware eine Erweiterung des Models, welche die Bildlangen bestimmt und schlielich die relativen Seitenverh altnisse ausgleicht.

Die meisten Kameras arbeiten mit quadratischen Pixel. Stereoskopische Aufnahmen mit unterschiedlichen Auosungen solcher Kameras konnen mit dem implementierten Algorithmus rekonstruiert werden. Fur Aufnahmen von rechteckigen Pixel mit unterschiedlichen Proportionen konnte eine Funktion entwickelt werden, welche die unterschiedlichen Pixelproportionen anhand spezieller Bildpunkte erkennt und die Bilder in ein Koordinatensystem mit gleichen Pixelproportionen transformiert. Auf die transformierten Bilder konnte der implementierte Algorithmus angewandt werden und somit aus stereoskopischen Bildern unterschiedlicher Auosung mit unterschiedlichen Pixelproportionen eine Szene rekonstruiert werden.

**Folie 21: (44)**

* Ergebnis der intrinsischen Kameraparameter wurde sowohl im synthetischen Beispiel als auch im realen Beispiel folgendermaßen modifiziert
* Egal welche Kameraauflösung genommen wurde, die vier ergebnisse der extrinischen Kameraparameter waren immer die selben
  + Daraus folgt dass auch die Rekonstruierte Szene immer die gleichen Ergebnisse geliefert hat.