

Nutzung von realitätsnahen, synthetisch erzeugten Daten zur Verbesserung des KI-gestützten Scorings von Steeldarts in einem Single-Camera-System

Präsentation zur Masterarbeit

Justin Fürstenwerth

15. Mai 2025

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Arbeitsgruppe Intelligente Systeme
Betreuer: Simon Reichhuber

Aufbau der Präsentation

Projektübersicht

Thema I: Synthetische Datenerstellung durch 3D-Rendering

Thema II: Normalisierung durch herkömmliche Computer Vision

Thema III: Lokalisierung durch neuronale Netze

Diskussion

Fazit

Projektübersicht

Thema der Masterarbeit



Abbildung 1: Bild einer Dartscheibe

- automatisches Dart-Scoring von Steeldarts-Runden
- Eingabe: Einzelnes Bild der Dartscheibe
- Ausgabe: getroffene Felder + erzielte Punktzahl

Motivation

DeepDarts: System für automatisches Dart-Scoring

- verspricht gute Ergebnisse ($> 80\%$ Korrektheit)
- Einsatz neuronaler Netze zur Erkennung von Keypoints (Dartscheibe + Dartpfeile)



Abbildung 2: Keypoint-Detection von DeepDarts

Motivation

DeepDarts: System für automatisches Dart-Scoring

- verspricht gute Ergebnisse ($> 80\%$ Korrektheit)
- Einsatz neuronaler Netze zur Erkennung von Keypoints (Dartscheibe + Dartpfeile)



Abbildung 2: Keypoint-Detection von DeepDarts

Problem

Einseitige Datenlage + massives Overfitting \rightarrow keine Generalisierbarkeit

Projektübersicht

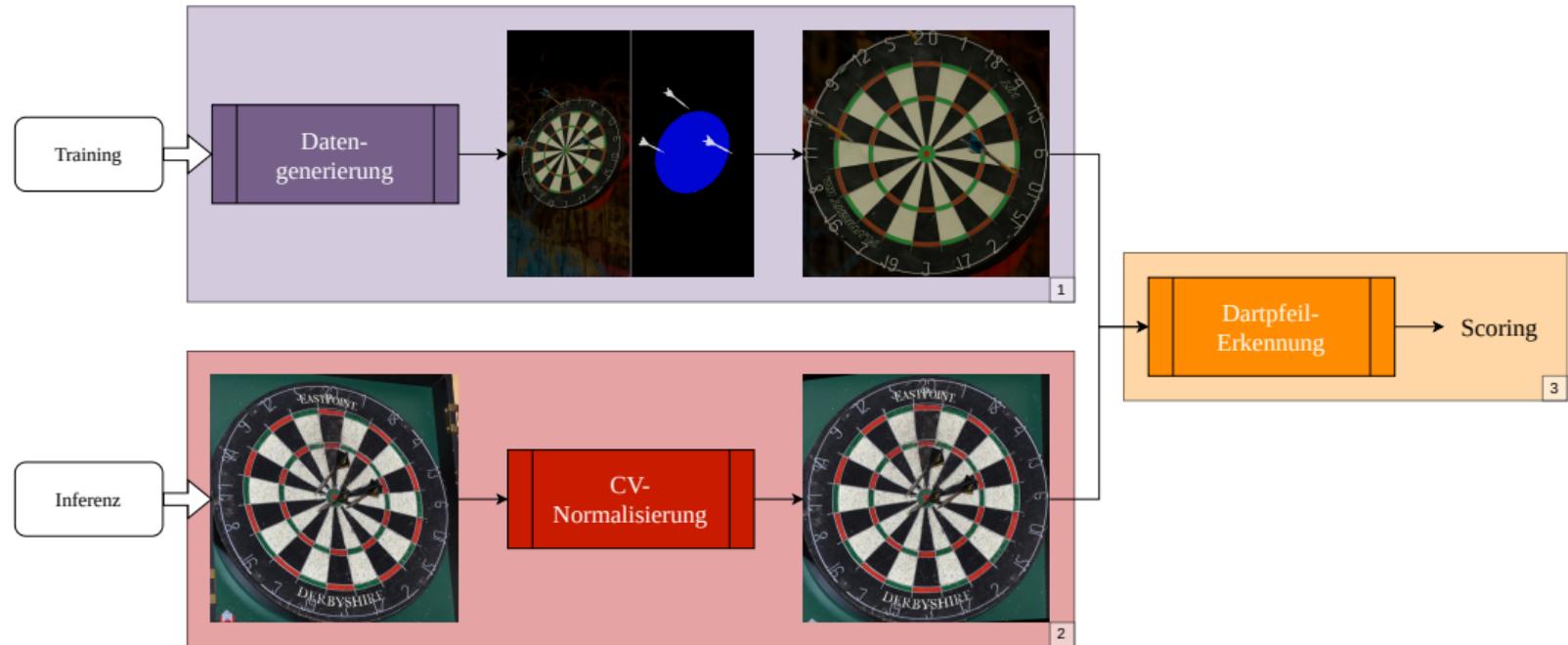


Abbildung 3: Visualisierung der Projektstruktur

Forschungsfragen

Forschungsfragen

- In welcher Qualität lassen sich automatisch Daten erstellen?

Forschungsfragen

- In welcher Qualität lassen sich automatisch Daten erstellen?
- Wie zuverlässig kann eine algorithmische Normalisierung der Dartscheiben erarbeitet werden?

- In welcher Qualität lassen sich automatisch Daten erstellen?
- Wie zuverlässig kann eine algorithmische Normalisierung der Dartscheiben erarbeitet werden?
- Wie zuverlässig ist ein auf den synthetischen Daten trainiertes neuronales Netz?

- In welcher Qualität lassen sich automatisch Daten erstellen?
- Wie zuverlässig kann eine algorithmische Normalisierung der Dartscheiben erarbeitet werden?
- Wie zuverlässig ist ein auf den synthetischen Daten trainiertes neuronales Netz?
- Kann durch die erarbeiteten Systeme eine Verbesserung gegenüber DeepDarts erreicht werden?

Thema I: Synthetische Datenerstellung durch 3D-Rendering

Datengrundlage

Ziel

Automatische Datenerstellung mit Annotationen

Herangehensweise

Synthetische Datenerstellung durch 3D-Rendering

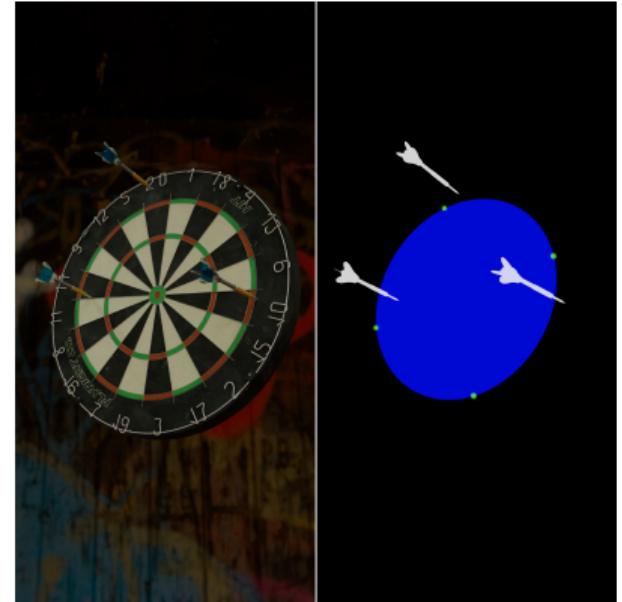


Abbildung 4: Exemplarisches Resultat der Datenerstellung

Zusammensetzung der Szene

Objekte in der 3D-Szene:

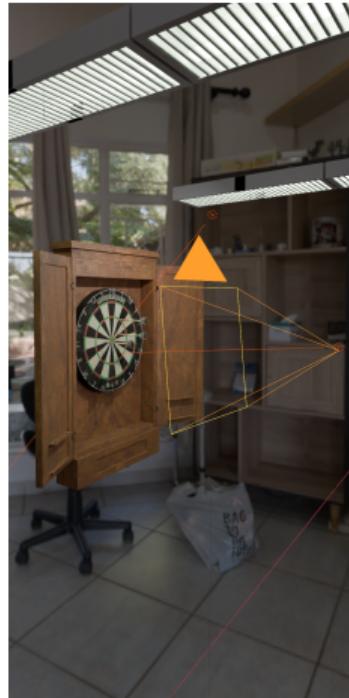


Abbildung 5: 3D-Szene

Zusammensetzung der Szene

Objekte in der 3D-Szene:

- Dartscheibe
 - Prozedurale Materialien
 - Simulation von Alter und Abnutzung

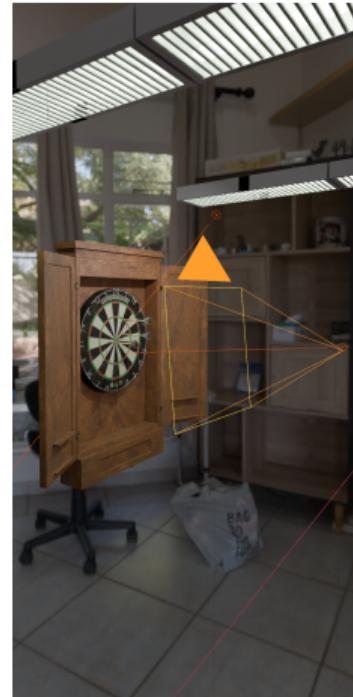


Abbildung 5: 3D-Szene

Zusammensetzung der Szene

Objekte in der 3D-Szene:

- Dartscheibe
 - Prozedurale Materialien
 - Simulation von Alter und Abnutzung
- Dartpfeile
 - Zufällige Zusammensetzung aus unterschiedlichen Bestandteilen
 - Positionierung anhand von Heatmaps



Abbildung 5: 3D-Szene

Zusammensetzung der Szene

Objekte in der 3D-Szene:

- Dartscheibe
 - Prozedurale Materialien
 - Simulation von Alter und Abnutzung
- Dartpfeile
 - Zufällige Zusammensetzung aus unterschiedlichen Bestandteilen
 - Positionierung anhand von Heatmaps
- Kamera
 - Zufällige Position in gegebenem Raum
 - Randomisierung von Brennweite, Fokuspunkt, Auflösung, ISO etc.



Abbildung 5: 3D-Szene

Zusammensetzung der Szene

Objekte in der 3D-Szene:

- Dartscheibe
 - Prozedurale Materialien
 - Simulation von Alter und Abnutzung
- Dartpfeile
 - Zufällige Zusammensetzung aus unterschiedlichen Bestandteilen
 - Positionierung anhand von Heatmaps
- Kamera
 - Zufällige Position in gegebenem Raum
 - Randomisierung von Brennweite, Fokuspunkt, Auflösung, ISO etc.
- Beleuchtung:
 - > 200 Environment Maps
 - Kamerablitz, Deckenbeleuchtung, Spotlight, Ringlicht



Abbildung 5: 3D-Szene

Ergebnisse: Beispiele

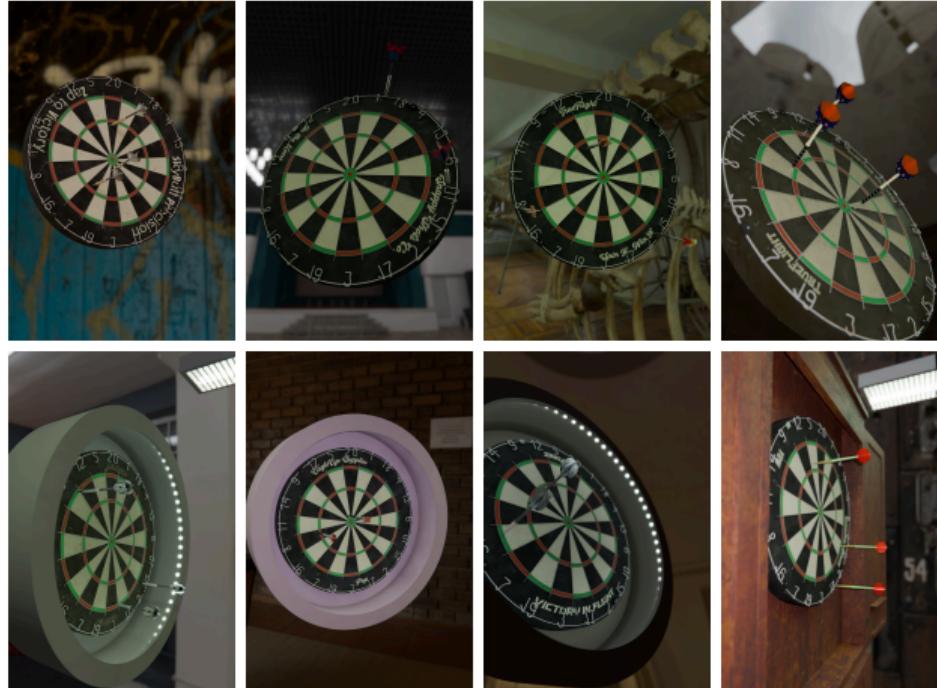


Abbildung 6: Exemplarische Render-Ergebnisse

Ergebnisse: Auswertung

Quantitative Auswertung nicht aussagekräftig möglich



Abbildung 7: Auswahl gerenderter Bilder

Ergebnisse: Auswertung

Quantitative Auswertung nicht aussagekräftig möglich

Qualitative Auswertung:

- Realistische Simulation von Dartscheiben + Dartpfeilen
- Variable Darstellungen
- Annähernd realistisches Aussehen
- Nicht fotorealistisch



Abbildung 7: Auswahl gerenderter Bilder

Ergebnisse: Auswertung

Quantitative Auswertung nicht aussagekräftig möglich

Qualitative Auswertung:

- Realistische Simulation von Dartscheiben + Dartpfeilen
- Variable Darstellungen
- Annähernd realistisches Aussehen
- Nicht fotorealistisch

Korrektheit:

- Korrekte Normalisierung der Bilder
- Korrekte Annotationen der Dartpfeile
- Metainformationen über Positionen + Parameter

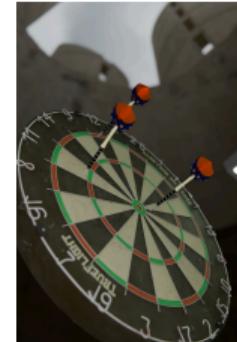


Abbildung 7: Auswahl gerenderter Bilder

Thema II: Normalisierung durch herkömmliche Computer Vision

Motivation

Geometrie der Dartscheibe:

- Kontrastreiche Felder
- Homogener Aufbau

Ziel

Normalisierung der Dartscheibe

Herangehensweise

Verarbeitungsschritte: Kanten, Linien, Orientierung



Abbildung 8: Ziel der Normalisierung

Herangehensweise: Kantenerkennung

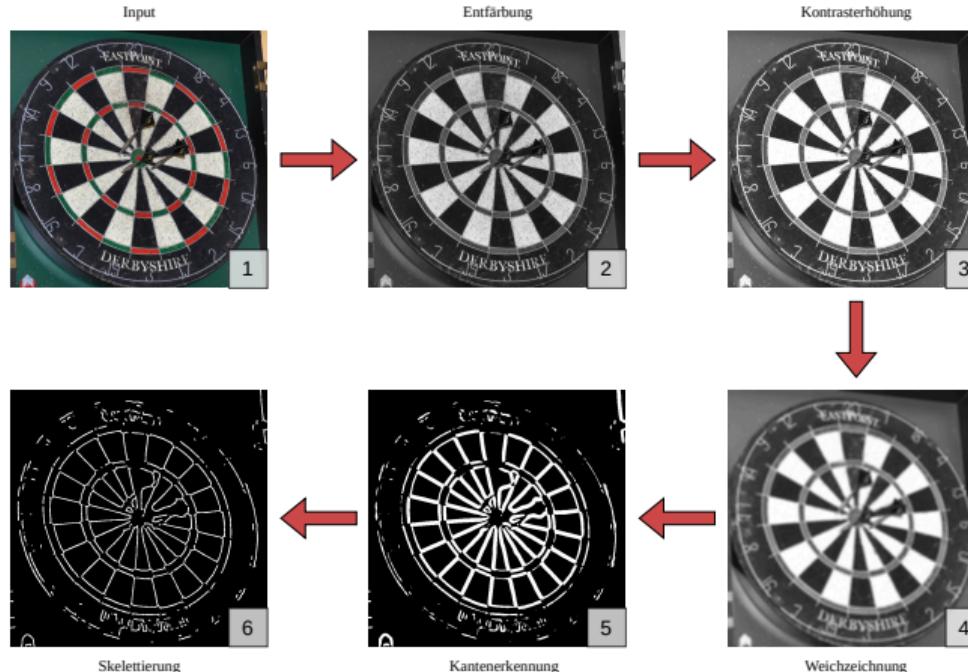


Abbildung 9: Kantenerkennung der CV-Pipeline

Herangehensweise: Linienverarbeitung

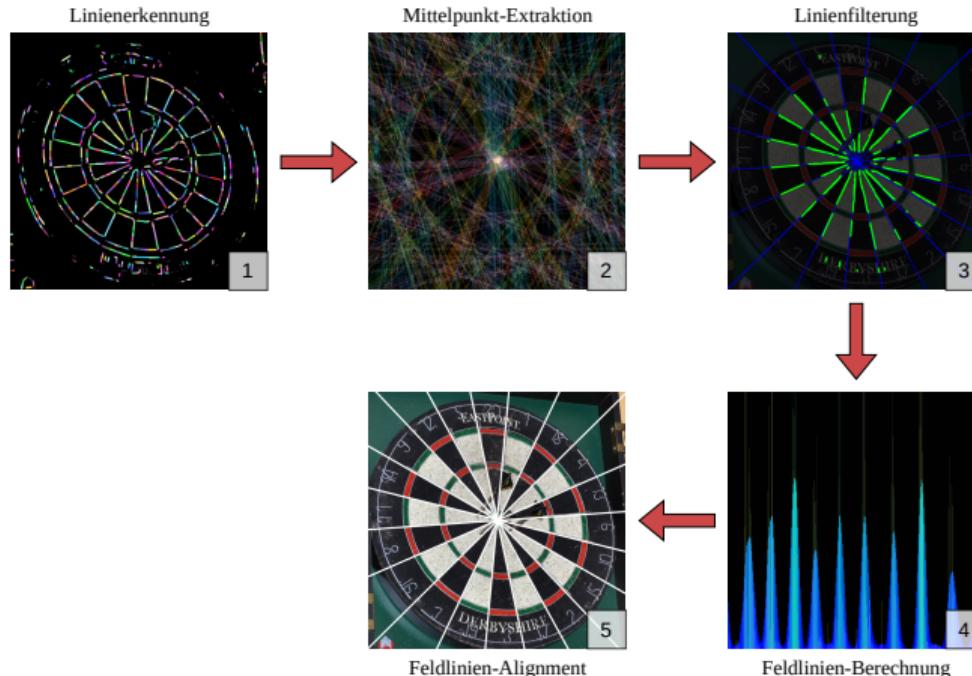


Abbildung 10: Linienverarbeitung der CV-Pipeline

Herangehensweise: Kantenerkennung

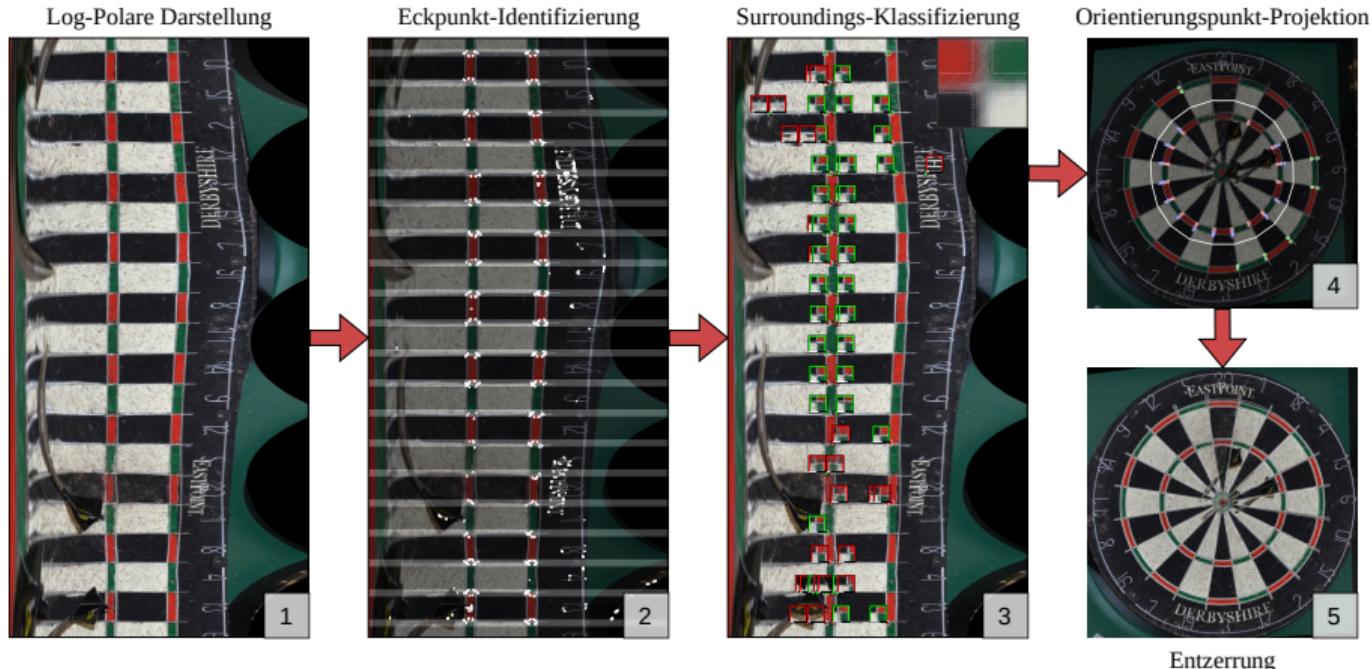


Abbildung 11: Orientierung der CV-Pipeline

Ergebnisse

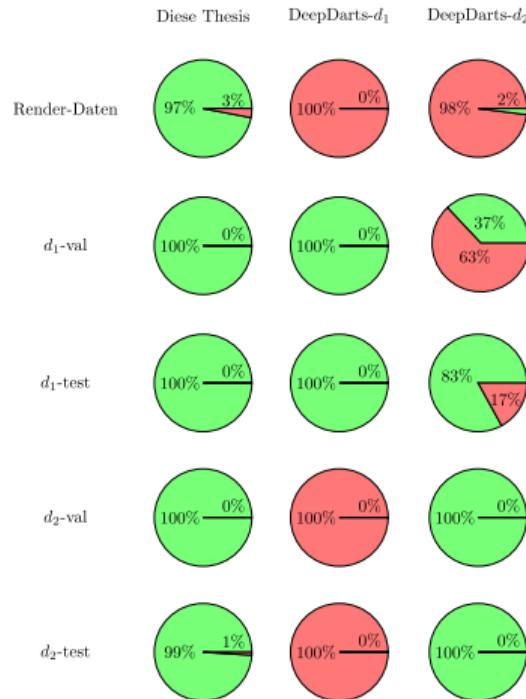


Abbildung 12: Erfolge der Normalisierung

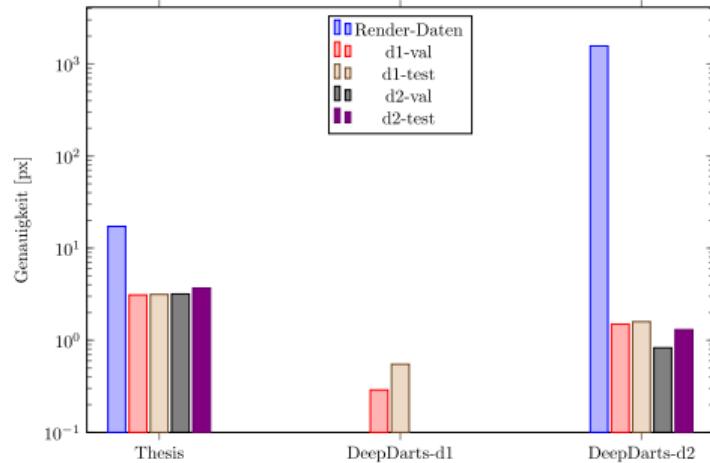


Abbildung 13: Genauigkeit der Normalisierung

Thema III: Lokalisierung durch neuronale Netze

test

Ergebnisse



Abbildung 14: Visualisierung der Netzwerkvorhersagen

Ergebnisse

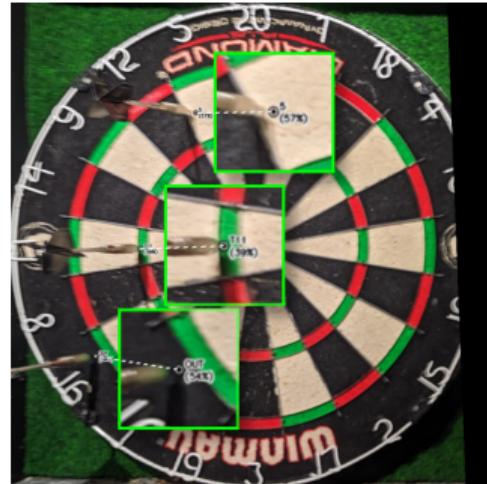


Abbildung 15: Visualisierung korrekter Netzwerkvorhersagen

Diskussion

test

Normalisierung

test

test

test

Fazit

Zusammenspiel

Test

Fragen?