



# HOCHSCHULE COBURG

Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg

Fakultät Elektrotechnik und Informatik

Studiengang: Informatik

Bachelorarbeit

## **Entwicklung einer hardwarebeschleunigten Berechnung der Mandelbrotmenge auf einem FPGA**

von

Daniel Kirchner

Matrikelnummer: 02219415

Abgabe der Arbeit: 15.07.2019

Betreut durch: Prof. Oliver Engel, Hochschule Coburg

## **Zusammenfassung**

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde eine hardwarebeschleunigte Visualisierung der Mandelbrotmenge auf einem FPGA realisiert.

Hierfür werden diverse mathematische und designtechnische Performanceoptimierungen vorgestellt, welche dann in ein paralleles FPGA-Design implementiert wurden. Weiterhin sollen einige Eigenschaften und Besonderheiten der Mandelbrotmenge und von Fraktalen im Allgemeinen aufgezeigt werden.

Das Projekt wurde für das Zybo Zynq-7000 Trainer Board entwickelt, welches über einen VGA-Output die Repräsentation des Fraktals in Form eines 800x600@60Hz Videosignals ausgibt. Zur optimalen Ausnutzung der auf diesem Board gegebenen Ressourcen (DSPs, BRAM) wurde die *Vivado Design Suite* mit dem integrierten IP-Katalog verwendet.

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>Zusammenfassung</b>	<b>1</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>1</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>2</b>
<b>Codebeispielverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>4</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2 Grundlagen</b>	<b>6</b>
2.1 Fraktale . . . . .	6
2.1.1 Hausdorff-Dimension . . . . .	6
2.2 Die Mandelbrot-Menge . . . . .	6

## **Abbildungsverzeichnis**

## **Codebeispielverzeichnis**

## **Abkürzungsverzeichnis**

JAX-RS    Java API for RESTful Web Services

## **1 Einleitung**

## 2 Grundlagen

### 2.1 Fraktale

Der Begriff *Fraktal* wurde maßgeblich von Benoît Mandelbrot geprägt, welcher diesen aus dem lateinischen Adjektiv *fractus* (irregulär, in Stücke zerbrochen) ableitete [1]. Im folgenden Kapitel sollen sowohl die Definition eines Fraktals, als auch einige Beispiele für derartige Strukturen, aufgezeigt werden.

#### 2.1.1 Hausdorff-Dimension

Zur mathematischen Definition eines Fraktals muss die sog. Hausdorff-Dimension erläutert werden. Dieses Maß ordnet einem metrischen Raum <sup>1</sup> einen Dimensionswert zu. Um dieses Maß zu ermitteln

### 2.2 Die Mandelbrot-Menge

Die Mandelbrot-Menge ist eine nach Benoît Mandelbrot benannte Menge komplexer Zahlen, welche durch Iteration

---

<sup>1</sup>Ein metrischer Raum ist ein Raum, in dem zwei Punkten stets ein positiver Abstand zugeordnet werden kann.



## **Literaturverzeichnis**

- [1] Benoît Mandelbrot. *Die fraktale Geometrie der Natur*. Springer-Verlag, 2013.